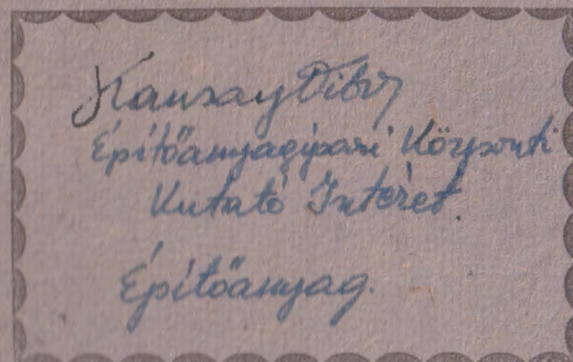
Építőanyag.

Hanny Tibor
Eakki.



MSZ 5608 If. Sp. A5. K. 5x5—60

Fogyasztói ár:
Ft 2.70

1965-ben
kezdtem írni, akkor hívott
dr. Palotás László egy. tanár
tanszékvezető az Építőanyagok
Tanszékre óraadó gyakorlatve-
zetőnek.

Irodalom.

[1] E. SIEBEL: Handbuch der Werkstoffprüfung. Springer-Verlag. Berlin/Göttingen/Heidelberg. 1958. Zweite Auflage. I. Band: Prüf- und Meßeinrichtungen.

[2] PALOTÁS L.: Építőanyagok I. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1959.

[3] PALOTÁS L. - BALÁZS GY. - KILIÁN J.: Építőanyag-praktikum. Kézirat (Jegyzet). Tankönyvkiadó, Budapest. 1964.

[4] PALOTÁS L. - VERESS S.: Építőanyagok. Kézirat. Felsőoktatási Jegyzetellátó Váll. Budapest, 1957.

[5] BEER - KISS - PÁRKÁNYNÉ: Fémismeret és gépgyártástechnológia I. Mezőgazdasági kiadó. Bp. 1961.

[6] PALOTÁS L.: Építőanyagok II. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1961

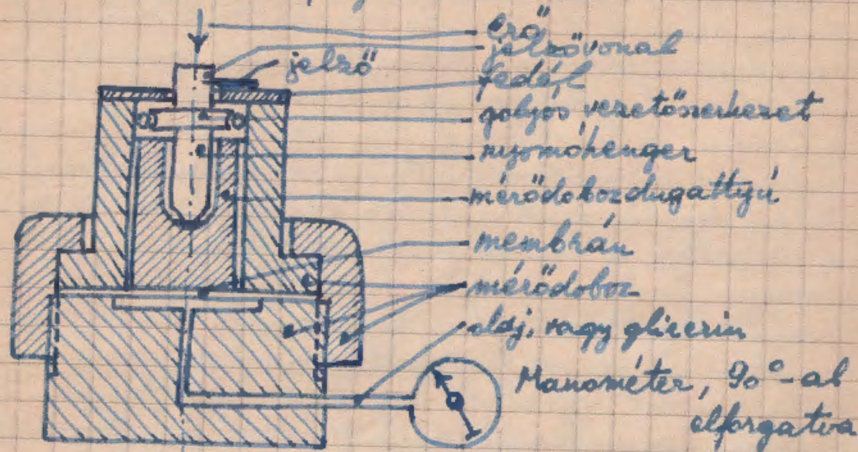
[7] Mérnöki kézikönyv. (Szerk. Palotás) I. kötet Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 1955.

[8] VENDL A.: Geológia I. kötet. Tankönyvkiadó. Bp. 1951.

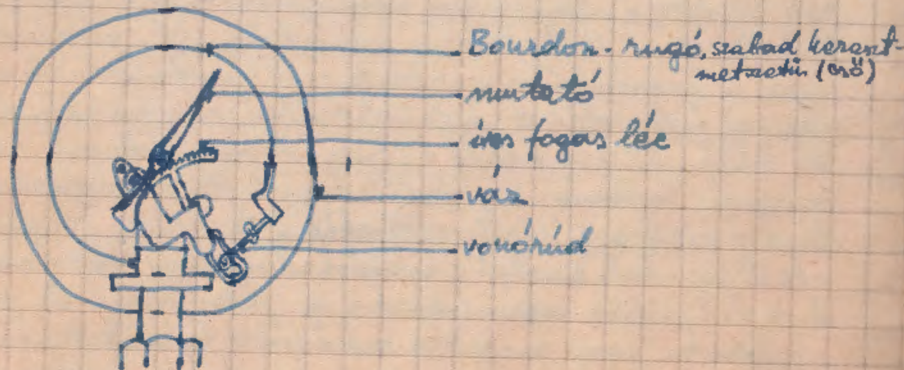
Membrános mérődoboz. [1/280]

A mérődoboz egy hengeres, nagyon lapos edény, amely vagy egy gumi-membránnal, vagy egy rendkívül vékony acéllemezzel teljesen légmentesen el van zárva, és összeköttetésben áll egy szokásos szerkezetű (Bourdon-rúgó {burdon}) manométerrel. A doboz maga és a manométer olaj vagy glicerin folyadékkal van megtöltve. A membránon fekszik a mérődobozdugattyú, amelynek az átmérője egy kissé kisebb, mint a doboz belső átmérője úgy, hogy a dugattyú a membránt egy kissé a mérődobozba benyomhatja anélkül, hogy azt megsértené. A mérődobozdugattyúra hat a mérendő erő közvetlenül vagy mint az újabb szerkezetnél (4-5 ábra), amelynél egy golyók között vezetett nyomószerkezet (van) (melyen a mérődobozba belenyúlik és ezáltal megakadályozza a dugattyú elbillenését. Hogy egy kifogástalan erőátadást érjünk el a membrán és a mérődobozdugattyú között és ezzel egy egyenletes és egyértelmű nullaállást a terheletlen mérődoboznál, általában már a mérődoboz szerkezetésénél gondoskodnak arról, hogy a folyadék a mérődobozban egy csekély, de állandó előfeszültség alatt álljon. A mérődoboznak tartalmaznia kellene egy fedőirányjelzőt, amelynek eltolódása által egy jelzővonalhoz képest a terhelési folyamat alatt az utat, amelyet a mérődobozdugattyú megtesz meg lehet figyelni. A 4. és 5. ábra mérődobozán a jelzővonal a nyomószerkezeten és a mutató a mérődoboz testének lezáró fedelére van ráépítve, az ábrán természetes nagyságban van bemutatva; mert olyan kicsi, kb 0,5 mm-es útról van szó, előnyös volna, ha a fedőirányjelző az eltolódást megnagyobbítva mutatná be.

A mérődoboznál a mérődobozdugattyúra ható erő hidraulikusan van áttéve a a mérődobozdugattyú hasznos keresztmetszet és a manometer Bourdon-rugó szabad keresztmetszetének viszonyában. A Bourdon-rugó a növekvő erővel rugalmasan meghajlik. Ez a meghajlás egy kis vonórúd által átvivődik egy ~~[illegible]~~ íves fogazott rúdra, amely egy mutatótengelyen ülő mutatót forgat.



4. ábra. Gumimembrános mérődoboz. (Losenhausenwerk)

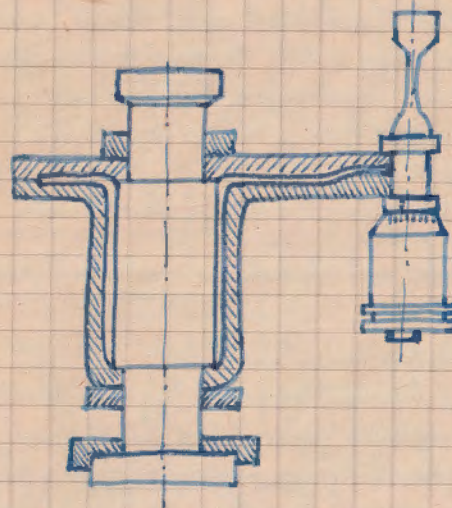


6. ábra. Manometer Bourdon-rugóval

Higanyos erőmérő berendezések.

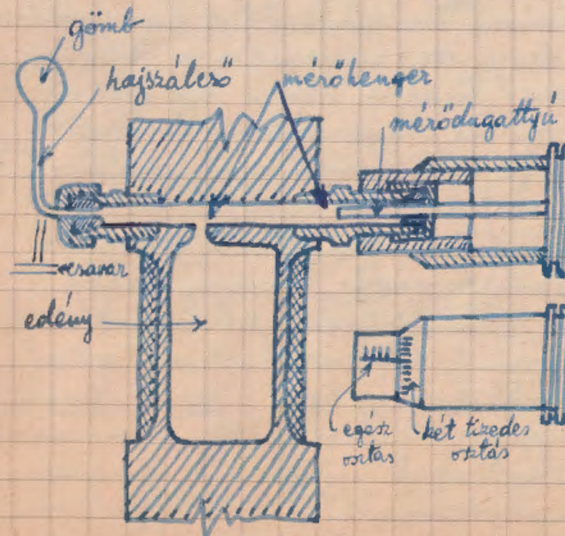
[1/283]

WAZAU.



8. ábra. WAZAU-féle higanyos erőmérő.

A szerkezet egy átmenő csappal bír, amelyre egy edényt képező test van szilárdan ráhúzva. Húzás vagy nyomás esetén, az átmenő csap rugalmas hosszváltozása következtében a higannyal töltött üreg térfogata megváltozik. Az erőhatás után a higany az üregből kinyomódik, vagy oda beszívódik. Ennek a higanynak a mennyiségét az edénytestbe oldalra becsavart mérőhengerbe becsiszolt mikrométeres mérődugattyúval mérjük. Ebből a célból a mérődugattyút mindig olyan mélyen kell a mérőhengerbe becsavarni, hogy a higanyszál végfelülete a hajszálcsőben a jelzővonallal egybevágjon.* A térfogatváltozásról és ezen keresztül a ható erőről a mikrométer leolvasás tájékoztat.



9. ábra. AMSLER-féle higanyos erőmérő.

Bár meg van a lehetőség, a mikrométer csavar

dobján az osztás tizedét megbecsülni nem szabad, mert a higany meniszkuszt megfelelő pontossággal nem lehet a jelre állítani. A készüléket nem szabad túlterhelni, mert maradandó alakváltozások lépnek fel. Nem szabad a húzásra és nyomásra egyaránt igénybevett berendezést rövid időn belül mindkét erőértelemben használni. Óvatosnak kell lenni, nehogy a készülékből higany megszökjön, vagy abba levegő bekerüljön. Portól, rázástól óvni kell. A készülék érzékeny a hőmérséklet változásokra. A vizsgálógépbe való behelyezés után gyakran hosszabb időt kell várni míg a hőmérséklet különbség kiegyenlítődik: ilyenkor terheletlen készüléknél a null-leolvasás az időben változatlan.

*A hajszálező jele a cső bármely pontja lehet, csak egy terhelési sorozatnál ugyanazon pont kell legyen.

AMSLER

/Ilyen van a Palotás tanszéken/

Lényegében azonos a Wazau-készülékkel. A légmentesen elzárt, higannyal töltött hengeres edény egy kis résszel rendelkezik, amelyen át terheléskor a higany bizonyos hányada a mérőhengerbe árad és viszont. Az edény részén kilépő vagy visszahúzódó higanymennyiséget ennél a készüléknél is a mérődugattyú eltolásával mérjük a higanyfonalnak a hajszálező jelére való beállításával.* Terhelés előtt a higanynálat a jelre állítjuk a mikrométer csavarral és a függőleges tengelyű beszabályozó csavarral. Terhelés után a higanyt újból a jelre állítjuk a mikrométer csavarral. A terhelés előtti és utáni leolvasás különbsége adja a szóbanforgó terheléshez tartozó leolvasás értéket. Mérési sorozatnál (0, 5, 10, 20, 30 ... t) nem kell minden terhelés után zérusra visszajönni a terhelő erővel, mert az azelőtti térfogatváltozást a mikrométer csavar „megjegyzi", azaz a teher növekményekhez tartozó leolvasás növekmények összeadódnak. Mérést csak terhelésnél végzünk, tehermentesítésnél soha. Mérés után, ha tehermentesítünk, arra kell ügyelni, hogy a gömbben mindig legyen higany, ellenkező esetben a műszerbe légbuborék kerülhet. Palotás tanszék műszereinek értékpárjai:

AMSLER 60 tonnás (Csak növekmények!!!) AMSLER 500 tonnás.

tonna	5	10	20	30	40	50	60	50	100	200	300	400	500
leolv. növekm.	1,08;	2,15;	4,29;	6,42;	8,54;	10,64;	12,73	2,29;	4,57;	9,12;	13,64;	18,14;	22,66

→ nem mérjük.

Tenzometer. [2/134, 1/404]

[2/134]

A tenzometer emelő elven felépülő mutatós, hosszváltozásmérő berendezés. Bármilyen irányú hosszváltozás mérésére használható, különböző, jól bevált felerősítő berendezései lehetővé teszik széleskörű alkalmazását. Mérési hossza rendesen 1 cm-től szükség szerint 100 cm-re növelhető. Maga a 107. ábrán vázlatosan feltüntetett műszer eredeti alakjában $L_0 = 20$ mm mérési (alap) hosszon dolgozik. Az első ilyen elven felépült Mesnagertől származó készüléket Okhuizen fejlesztette tovább és Huggenberger tökéletesítette. Ma nálunk általában ezt az alakját ismerik és használják.

107. ábra. A tenzométer vázlata.

A mérőműszer fő emelője (e_1) egyrészt a műszerváz (v) „A" pontján az (m) mozgó él felső végével, másrészt az (rk) rugós kengyel „B" végén támaszkodik. A rugós kengyel másik végére, a „D" ponton az (e_2) jelű, (e) ellensúllyal ellátott mutatós emelő ül fel. Az (e_2) mutatós emelő a (t) tolókához rögzített „C" forgócsap körül foroghat. A (t) tolóka a (b) beállító-csavarral a műszerváz (v) felső részén eltolható és ezáltal a mutató végén „E" az (s) tükrös skálán a kívánt kezdeti állásba hozható. A műszer fix, úgynevezett vágóéle (f) és mozgó vágóéle (m) közötti eredeti L_0 távolság a mérési hossz, a műszer alaphossza. Az alap-

hossz Δl megváltozását a műszer a két emelő nagyításának megfelelően sokszorozza. A nagyítás mértéke a 107. ábrán vázolt esetben

$$\frac{1}{n} = \frac{h_1}{H_1} \cdot \frac{h_2}{H_2} = \frac{1}{1000} \sim \frac{1}{2000}$$

A műszer mozgó főemelője az (a) asztaló (rögzítő) csavarral hozható szabad mérőállásba. Az (5)-sel jelölt tükrös leolvasó skála rendesen mm-es egészbeosztású, amelyen belül a tizedek becsülhetők.
A fajlagos alakváltozást a $\Delta l'$ leolvasásból az

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0} = \frac{\Delta l'}{L_0} \cdot n$$

képlet adja. A műszer pontossága az emelőkarok megfelelő választásával és különösen a mérési hossz növelésével fokozható.

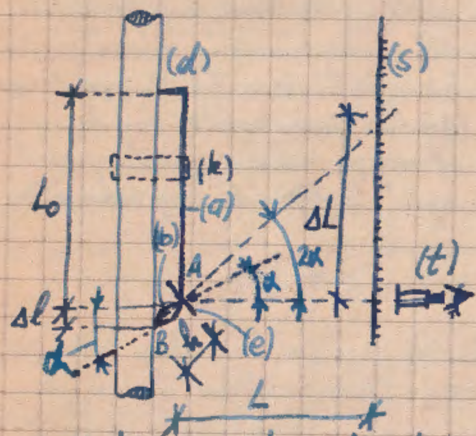
[1/404]
A 46. ábra bemutatja a tenzometer rugalmassági modulus mérésére való alkalmazását betonkísérleteken. Erre a célra a tenzométereket a 2 jelű meghosszabbító szerkezettel látják el, amelyek által a mérőhosszt 100 mm-re lehet megnövelni. A 3. jelű rugós hengeres szorítókészülék lehetővé teszi egyszerre két, egymással szemben fekvő tenzometer felerősítését. A tenzométer élei kis sárlemezecskén (4) nyugszanak, amelyek gipsz segítségével vannak a vizsgált felületre ragasztva. Mind a négy hasábfelületet fel kell szerelni egy-egy tenzometerrel.
A 45. ábra Okhuizen-Huggenberger típusú tenzométere rugóshengyel helyett összekötőkapcsolóval (rugó helyett rúd) rendelkezik. A műszerváz csuklós, mely csuklónál a váz felsőrésze (forgókar) a csuklónál lévő kerék segítségével elforgatható. Az elforgatás a mutató beállítását

célozza. A vázon alul furatok vannak a szorítókészülék felszerelésére.
A szakadáshely nyúlásának lefolyása mérésére állítható mérőhossz kívánatos, amilyennel az 55. ábra tenzométere rendelkezik. Egy mikrométer csavar segítségével a mérőhosszat 35-től-40 mm illetve 10-től-15 mm között, 0,02 mm pontossággal lehet beállítani. A tenzometer ütőfejjel (t) rendelkezik a mozdulatlan él számára való rovátka kiütésére.
A tenzometeren a legnagyobb mutatóállás számára a mutatófelső végénél, a vázon jelző van. Típ.: Huggenberger.
Az 56. ábra Granacher típusú tenzométerének mérőhossza 5 mm. A szerkezet nagy mérési pontosságát azáltal éri el, hogy a főemelő kettősélе egy csészébe nyúlik a vázon.

Martens-féle tükrös készülék.

[2/137, 1/413]

A hosszváltozások nagyon pontos mérésére szolgál.



I/1b ábra. A készülék vázlatos elrendezése.

Az ábra jelölései alapján a készülék egy (a) jelű, egyik végén kamposan (d) meggörbített mérősínből, egy kettős vágóélből (b) és az arra erősített elfordulható (e) tükörből áll. A mérési hosszt a (d) kampó vége mint fix vágóél és a kettős mozgó vágóél felső vége (A) közti távolság (L_o) adja. A mérősínt a próbatesthez a (k) rugós kengyel szorítja. Rendesen két diametrálisan elhelyezett tükrös készüléket alkalmazunk az esetleges excentrikus igénybevételek kiküszöbölésére. A mérőhossz Δl nagyságú megváltozása miatt a (b) vágóél (α) szöggel elfordul a rajta levő (e) tükörrel együtt. Az elfordulás értékét úgy állapítjuk meg, hogy egy fixen elhelyezett (S) skálának képét az (e) tükörben (t) távcső segítségével leolvassuk. A (h) magasságú vágóél (B) pontja Δl eltolódást szenved, szögelfordulása α, a beeső és visszaverődő fénysugár közötti szög 2α. Feltételezzük, hogy α < ±2°

$\sin\alpha = \frac{\Delta l}{h}$ A nagyítás: $\frac{1}{n} = \frac{\Delta l}{\Delta L} = \frac{h \sin\alpha}{L.tg2\alpha} \sim \frac{h\sin\alpha}{L.2\sin\alpha} = \frac{h}{2L}$

$tg2\alpha = \frac{\Delta L}{L}$ $\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_o} = \frac{\Delta L}{n.L_o}$ $\sigma = E.\varepsilon$ $P = \sigma F = E.\varepsilon.F$

$tg2\alpha \cong 2\sin\alpha \cong 2\alpha$ Acélanyagnál $E \cong 2{,}1.10^6$ [kg/cm²]

Rabtás tsz. készüléken $L_o = 100$ mm; $h = 4$ mm; $L = 1.7$1

$n = 519$

Mérőműszer hitelesítése mérési eredményeinek kiértékelése.

(Amsler hajlító erőmérő)

[3/13 ; 2/211]

x = mikrométercsavar leolvasások redukált értékeinek átlaga.
y = hibátlan mikrométercsavar értékek.

A hiba y−x, százalékos értéke $h^{\%} = \frac{y-x}{x} 100$ (közelítőleg) vagy $\frac{y-x}{y} 100$ (pontosan)

Ennek bővebb magyarázata 2 oldallal hátrább.

A rendelkezésre álló (x; y) pontokat függvénnyel kívánjuk megközelíteni: A legkisebb hibanégyzetek módszere szerint járunk el. Ennek elve szerint az a görbe adja a mérési pontok legmegbízhatóbb közelítését, amelyre nézve a hibák négyzeteinek összege a legkisebb értéket teszi ki, azaz

$$\Sigma \varepsilon^2 = \text{minimum}.$$

(ábra: ε^2 – a, ← minimum)

Ha feltételezzük, hogy csak a manométer skála rossz, a mérés eredményeket az (egy ismeretlen esetén)

(1.) $f(x) = y = ax$

egyismeretlenes függvénnyel közelítjük.

Ekkor a hiba, azaz a mért y érték és a közelítő függvény y értéke x helyhez tartozó különbsége:

$$\varepsilon_i = y_i - f(x_i) = y_i - ax_i$$

A hibanégyzetek összege:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - ax_i)^2$$

A függvénynek ott van minimuma, ahol az első deriváltja zérus. F függvény érték, melynek a minimumát keressük a hibanégyzet, a változó pedig, melytől a hibanégyzet nagysága függ az „a” együttható. Ezért kell „a” szerint deriválni:

$$\frac{dF}{da} = 2\Sigma(y - ax)x = 0$$

$$\Sigma(y - ax)x = \Sigma xy - a\Sigma x^2 = 0 \qquad a = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}$$

helyes érték → $P = a P_o$ ← manométer skála

Ha feltételezzük, hogy állandó hiba is jelentkezik (súrlódás, fogaskerékkopás stb.), pontosabb közelítést alkalmazunk. A méréseredményeket az

> Az állandó hiba mérési módszerrel ki is ejthető (lásd Praktikum 15 oldal.)

(2) $$f(x) = y = ax + b$$

kétismeretlenes függvénnyel közelítjük meg. A képletben „a" csak kissé különbözik az egységtől, „b" jellemzi a megnevezett állandó jellegű hibát (kezdetit.) Az egyismeretlenesekhez hasonló okoskodással:

$$\varepsilon_i = y_i - f(x_i) = y_i - ax_i - b$$

$$F = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - ax_i - b)^2$$

A minimum feltétel az, hogy az F függvény változóinak, azaz az „a", „b" együtthatók szerinti parciális differenciálhányadosainak egyenként zérust kell adniok.

I. $$\frac{\partial F}{\partial a} = -2\sum (y_i - ax_i - b)x_i = 0 \rightarrow a = \frac{\sum x_i y_i - b\sum x_i}{\sum x_i^2}$$

II. $$\frac{\partial F}{\partial b} = -2\sum (y_i - ax_i - b) = 0 \qquad b = \frac{\sum y_i - a\sum x_i}{n}$$

mert $\sum b = nb$

I. $a\sum x_i^2 + b\sum x_i - \sum x_i y_i = 0$ II. $a\sum x_i + nb - \sum y_i = 0$

II-be „a"-t helyettesítve:

$$\frac{\sum x_i y_i \sum x_i - b\sum x_i^2}{\sum x_i^2} + nb - \sum y_i = 0$$

$$\sum x_i \sum x_i y_i - b\sum x_i^2 + nb\sum x_i^2 - \sum y_i \sum x_i^2 = 0$$

$$\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i = b\{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\}$$

$$b = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

I-be „b"-t helyettesítve:

$$a\sum x_i^2 + \frac{\sum y_i - a\sum x_i}{n}\sum x_i - \sum x_i y_i = 0$$

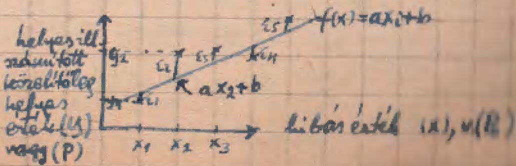
$$an\sum x_i^2 + \{\sum y_i - a\sum x_i\}\sum x_i - n\sum x_i y_i = 0$$

$$a\{n\sum x_i^2 - (\sum x)^2\} = n\sum x_i y_i - \sum y_i \sum x_i$$

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum y_i \sum x_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

A megengedhető hiba a közelítő függvénnyel 1%.

$P = aP_0 + b$
← manométer skála.
↑ helyes érték.



A Palotás-Balázs-Kilián: Építőanyag praktikum c. jegyzetben a hibaszámításra vonatkozó, a szöveges rész (13 old) és a táblázatok (14, 15, 16 old) közötti ellentmondás magyarázatára az alábbi szöveg szolgál a K. P. JAKOWLEW: „Mathematische Auswertung von Messergebnissen" című, Verlag Technik Berlin. 1952 kiadású könyv 17-19 oldaláról: (kivonat)

—— 3. Közelítő mennyiségek hibája.

A közelítő mennyiségek mindig egy bizonyos hibával terheltek, amelyek abszolut, vagy relativ hibaként kezelhetők.

1. Egy közelítő mennyiség abszolut hibáján a mennyiség pontos- és közelítő értékének különbségét értjük, azaz

$$\varepsilon = X - A$$

ahol ε az X pontos mennyiséghez tartozó A közelítő érték abszolut hibája. A fenti formulából következik, hogy:

$$X = A + \varepsilon \qquad (1)$$

azaz a pontos érték egyenlő a közelítő érték és az abszolut hiba összegével.

2. Egy mennyiség közelítő értékének relativ hibája alatt ezen mennyiség abszolut hibája és pontos értéke hányadosát értjük, azaz

$$\delta = \frac{\varepsilon}{X} \qquad (2)$$

δ-val az X pontos mennyiség A közelítő értékének relativ hibáját jelöljük.

Az (1) és (2) formulában szereplő X pontos mennyiség előttünk ismeretlen. Ebből következik, hogy ε és δ pontos nagyságát nem tudjuk meghatározni. Ez csak akkor lenne lehetséges, ha az (1) és (2) egyenletben szereplő X mennyiséget ismernénk. Ilyen esetek előfordulhatnak és az abszolut és relativ hiba az (1) és (2) formula segítségével pontosan számítható. {Ide tartozik a mérőműszer hitelesítése mérési eredményeinek kiértékelése is és így helyes a táblázatok $\frac{y-x}{y}$ összefüggése. Saját megjegyzés.} Ezek az esetek nagyon egyszerűek, de aránylag ritkák, így nem is kívánunk velük tovább foglalkozni. További vizsgálódásunkat azokra az esetekre kívánjuk korlátozni, amelyeknél csak a közelítő érték ismeretes, az X pontos mennyiség, az ε és δ ismeretlen.

Feltételezzük, hogy az ε abszolut hiba X pontos mennyiséghez és annak A közelítő értékéhez viszonyítva nagyon kicsi,

Ez a feltevés a megfelelő pontossággal végrehajtott, azaz exakt fizikai méréseknél is érvényes. Ezzel a feltételezéssel érvényes az

$$E \ll X \text{ és } E \ll A \qquad (3)$$

összefüggés, mert az X és A mennyiségek egymáshoz nagyon közel fekszenek, E különbségük hozzájuk képest igen kicsi. Így a relatív hiba egyenletében (2) az X pontos mennyiség a vele közel azonos A mennyiséggel helyettesíthető, azaz a relatív hiba, δ megközelíthető a $\delta = \frac{E}{A}$ (4) összefüggéssel.

Ha ennek a formulának az alapján az (1) egyenlet jobb oldalát átalakítjuk, akkor az

$$X = A + E = A\frac{A+E}{A} = A(1+\frac{E}{A}) = A(1+\delta)$$

képlethez jutunk, δ a relatív hiba közelítő értékét jelöli. Nyilvánvalóan következik (3)-ból a

$\delta \ll 1$ összefüggés érvényessége.

Ha a közelítő mennyiség abszolut hibája kicsi annak tényleges pontos értékéhez képest, akkor ezen közelítő mennyiség relatív hibája kicsi az egységhez képest.

{Ennek a közelítésnek, (4) képlet, következtében keletkezett be a Praktikum 13 oldalára a szöveges rész. Saját megjegyzés.}

A (4) képletből az alábbi formula adódik:

$$E = A.\delta \qquad (5)$$

azaz egy közelítő mennyiség abszolut hibája egyenlő a közelítő mennyiség és annak relatív hibája szorzatával.

A közelítő mennyiség δ relatív hibájának számításához nyilvánvalóan ismernünk kell annak abszolut hibáját. Bár az általunk ismeretlen X pontos mennyiséget az ő közelítő értékével, A-val helyettesítettük, mégis az abszolut hiba pontos értéke, E, amely a (4) képlet számlálójában áll, továbbra is ismeretlen előttünk. Így arra kényszerülünk, hogy az abszolut hiba pontos értéke helyett annak közelítő értékét használjuk a relatív hiba számításához (4). Két esetet kell azonban megkülönböztetni. 1., Azon mennyiségek abszolut hibáinak közelítő értékét, amelyek közelítő értéke tizedeseinek hosszú sorát ismerjük (π, e, lg,) elegendő pontossággal ki lehet számítani. 2., Vannak csak közelítőleg számolható hibák, amelyek esetében csak azt állíthatjuk, hogy a gondosan végzett mérés abszolut hibája a mérési pontosságon belül marad.

Földnedves habarcsvizsgálat.

[3/46, MSZ 523]

Szabvány kötelezően előírja. Fizikai vizsgálat.

A vizsgálat célja a kötőerő meghatározása.

A nyomószilárdságot 50 cm² keresztmetszetű kockán, a húzószilárdságot 5 cm² keresztmetszetű piskótán határozzuk meg.

A habarcs adalékanyaga a szabványhomok, azaz olyan kvarchomok, amely legalább 99% SiO_2-t tartalmaz és frakcióhatára 1,39–0,74 mm. Az 1,39-s szitán max. 2% maradhat fenn, a 0,74-esen max. 5% eshet át.

A vizsgálat készülhet esetleg szabvány finomhomok adalékkal. SiO_2 tartalom 99%. Szemcsehatár 0,20–0,09 mm. A 0,20-on fennmaradhat 8±2%, a 0,09-sen fennmaradhat 6±5%

Vizsgálat: 1., 500 g cementet és 1500 g szabványhomokot (tehát az arány 1:3) egy percen át szárazon keverünk.

2., További egy percig keverjük a vízzel nedvesített habarcsot. A víz mennyiségét próbálgatással kell megállapítani és akkor kell megfelelőnek tekinteni, ha az elkészített próbakocka alsó felületén víz kiválásból származó márványszerű erezés mutatkozik. (p.c.-nél: kötővíz%/4 + 1%)

3., A keveréket a Steinbrück-Schmelzer-féle keverőgépben 2,5 percig kell keverni, eközben a gép 20 fordulatot tesz.

4., Tetmayer-Klebe-féle verőgéppel előállítjuk a próbatesteket.

a., Kockakat: 3,2 kg súlyú ejtőkalapács
0,5 m magas ejtési távolság
150 ütés

b., Piskóta: 2,0 kg súlyú ejtőkalapács
0,25 m ejtési magasság
120 ütés.

5., Próbatestek szabad felületének lesimítása.

6., Testeket formával 90% relatív* nedvességtartalmú térbe kerülnek, ahol a hőmérséklet 15-20 C°. Piskótákat állítani kell a keskeny oldalára, kockákat bármely acéloldalra.

7., 24 óra után 15-20 C°-ú ivóvízbe kerülnek a testek mostmár forma nélkül. Egymástól való távolságuk 1 cm, vízfedés min. 2 cm.

8., Vizet 14 naponként cserélni kell.

A fenti habarcsmennyiségből két piskóta (2x 190 g) és két kockatest (2x 800 g) készíthető.

A próbatestek szilárdsága ki kell elégítse az előírásokat. Ezek a Praktikum 36. oldalán láthatók. (2.7 táblázat) Ezen vizsgálattal kapott, tehát földnedves habarcsból készített, 28 napos korú próbatestek nyomószilárdságának alsó határértékét használják a cementek osztályozására.

* A relatív nedvesség megmutatja, hogy a levegőben lévő vízgőz tömege hány százaléka annak a vízgőz mennyiségnek, amely a levegőt az adott hőmérsékleten telítené. Mérése higrométerrel (pl. hajszál-higrométer) történik.

—.—

Kockák törése: a nyomóerő növekedés mp-ként 500 kp legyen. A próbatest nyomószilárdsága 28 napos korban kp/cm²-ben a cement minősítése. (pld 600 kp/cm² = C 600)

Piskóták húzása: a Michaelis-féle szakítógépen történik. A sörét adagolás mp-ként 100 p ami 1:50 áttételű berendezésnél 5 kp/mp. Elszakadáskor a készülék önműködően zárja a sörét kifolyását. A húzószilárdságot olymódon számítjuk, hogy a sörét és edény együttes súlyát 10-zel szorozzuk (mert az áttétel 1:50 és a felület 5 cm²)

Az elérendő húzószil.:	2	7	28 napos korban
C 400 esetén	—	20	26
C 500	20	27	30
C 600	25	32	35

kp/cm²

Három frakciós homok: l: Kilián Építőanyagok.

Képlékeny habarcsvizsgálat.

[3/42,49,52,44 MSZ 523]
(1975 óta) Ma, már ez a kötelező

A vizsgálat tájékoztató jellegű, tehát a szabvány nem írja elő kötelezően az elvégzését. Fizikai vizsgálat. Meg kell jegyezni, hogy a képlékeny habarcson végzett vizsgálati módszerek egyre inkább tért hódítanak, valószínű, hogy a szabványt át kell majd dolgozni.

A készülő próbatestek mérete 4x4x16 cm. Húzó-hajlító és nyomószilárdsági vizsgálatra alkalmasak.

A habarcs képlékenységének meghatározására a 100 mm alsóátmérőjű, 70 mm felső átmérőjű, és 60 mm magas csonkakúppal történik, amely töltő feltéttel is rendelkezik (alsó ⌀: 70 mm, felső ⌀ 40 mm, magasság 30 mm)

A kúp a bütyköstengelyű rázóasztalra [3/53] kerül, (Hägermann) amely számláló szerkezettel is rendelkezik. Az asztal emelkedése 10 mm, súlya az üveglemezzel 3,2 - 3,4 kg.

A habarcs összetétele:

450 g cement
450 g finomhomok (definíció a földnedv. hab. vizsg.-nál)
900 g szabványhomok (—"—)
270 g víz

Vizsgálat: 1., Cementet és finomhomokot kell jól összekeverni, míg a keveréket lesimítva annak színe egyenletes nem lesz.

2., Keverékhez hozzá kell keverni a szabványhomokot.

3., Az egészet 1 percen át intenzíven kell keverni.

4., Vízmennyiség hozzáöntése után 2 percen át keverni.

5., A rázóasztalra helyezett kúpot félig kell megtölteni és 10 ütéssel tömöríteni. Tömörítés közben a kúpot az üveglaphoz kell szorítani.

6., Tele kell tölteni a kúpot és újabb 10 ütéssel tömöríteni. Az anyag tetejét késsel lesimítani.

7., 10 másodperc eltelte után a kúpot óvatosan le kell emelni a habarcstestről.

A 10-10 ütést nem a rázóasztallal, hanem egy fadöngölő ruddal kell elvégezni.

8., 15 ütést kell végezni úgy, hogy 1 másodpercre 1 ütés jusson.

9., A szétterült habarcs átmérőjét két, egymásra merőleges átló irányában le kell mérni. A két érték számtani közepe adja meg a folyósság mérőszámát. A terülésnek 200-140 mm között kell lennie. Ha nem annyi, a vizet csökkenteni vagy növelni kell, míg 170-190 mm közé nem esik.

10., A folyóssági próba anyagát az előzőekben kéznfettel erőteljesen át kell keverni.

11., A háromrészes hasábformával elkészítünk 3 db 4×4×16 cm-s hasábot. Egy-egy részbe kétszer 310 g habarcsot mérünk be és mindegyiket külön 20-20 ütéssel tömörítjük.

12., A kezelés tovább azonos a földnedves habarcsvizsgálat testeinek kezelésével, az ottani 5., ponttal kezdve.

A formák véglapjaiban lyukak vannak, melyekbe mérőcsapok helyezhetők. Ezek segítségével a zsugorodás, duzzadás mérhető.

Az ajánlott vizsgálati módszerrel nyert nyomószilárdságok el kell érjék a szabványban megadott értékeket. (Praktikum 42 oldal. 2.9 táblázat)

—·—

Húzó-hajlító szilárdság meghatározása az e célra átalakított Michealis-féle szakítógépen történik. Ha G a próbahasáb hajlító töréséhez szükséges sörét súlya kp-ban, akkor a húzó-hajlító szilárdságot a 11,7·G képlet adja kp/cm² -ben.

Nyomószilárdsági vizsgálatot a 1/2 hasábokkal végezzük. A vizsgálat alkalmával a félhasábokat olyan nyomólapok közé kell helyezni, amelyek biztosítják, hogy a nyomott felület 25 cm² legyen. Megfelel ha: (ajánl!)

C600	380-425	kp/cm²	Nem előírás, hanem tájékoztató értékek!!
C500	280-325		
C400	200-225		
C300	140-160		

Kötésvíz meghatározás azaz a cementpép folyósságának vizsgálata. [3/43 ; MSZ 523]

A vizsgálatot a szabvány kötelezően előírja, fizikai vizsgálat. A vizsgálati eszköz a Vicat-készülék. Részei: a mm beosztással ellátott állvány; a fémpálca, mely rögzíthető és melynek felső végén tányér, közepén mutató van; A fémpálcába 10 mm átmérőjű rúd (síkvégű) vagy 1 mm² keresztmetszet területű, síkvégű acéltű helyezhető. Utóbbi esetben a súlyhiányt pótsúly feltételével (tányérba) kell pótolni. A mozgó rész önsúlya tehát mindig 300 g. (Lásd Praktikum 22 oldal, 2.1 ábra) Tartozék még az üveglapra helyezett, kúpos ⌀65/75 mm és 40 mm magas keménygumi gyűrű. A tű ill. henger alsó állásánál a mutató zérust mutat, azaz a leolvasás a csúcs távolsága az üveglaptól. A mozgó részek súlya: Praktikum 44 old. 2.10 tábl. Kötésvíz meghatározásnál a fémrúd használandó. A vizsgálat cementpéppel történik.

Vizsgálat: 1., 300 g cementet kell lemérni. (1 g pontosság!)

2., A cementhez annyi vizet keverünk, hogy a gyűrűben lévő pépben a Vicat-rúd az üveglap felett 5-7 mm-re álljon meg. Vizet mérni kell!

Órát megnézni a kötésidő miatt ↗

A víz a cement súly 25-32%-a.

3., A keverést 30 másodperc után kezdjük előbb óvatosan, majd egyre nagyobb erővel a Praktikum 44 oldalán lévő 2.3 ábra szerinti szabvány edényben és kanállal. A keverési idő 3 perc.

4., A pépet a gyűrűbe tesszük és a légtelenítése céljából üveglappal együtt ötször az asztalhoz ütögetjük. Felületét lesimítjuk.

5., A fémrudat óvatosan a pép felületére eresztjük, innen szabadon kell a pépbe süllyedjen.

A pép folyóssága azonos a skálán leolvasott mm-rel (üveg-rúd táv.) Megfelel, ha 5-7 között van. Kötésvíz, az ennek eléréséhez szükséges vízmennyiség a cement súlyának százalékában. ($\frac{v}{c}$ 100 %)

Kötésidő meghatározás.

[3/45 ; MSZ 523]

A vizsgálatot a szabvány kötelezően előírja. Fizikai vizsgálat.
A vizsgálathoz felhasználható a folyósság meghatározásához készített pép.
A Vicat készülék alkalmazandó tűvel és pótsúllyal (lásd: folyósság meghatározása.)
Vizsgálat: 1., A tű érintkezzék a pép felületével.
2., A fém pálcát eleinte fékezve – nehogy a tű elgörbüljön – a pépbe engedjük.
3., Minden szúrás után a tű megtisztítandó és új helyre kell engedni.
4., Szúrást kezdetben 5 percenként, egy óra múlva negyedóránként kell végezni.
A cementkötés kezdete az az időpont, amikor a tű az üveglaptól 1-3 mm magasságban áll meg.
A kötés vége az az időpont, amikor az üveglapról a gyűrűvel együtt lelökött és megfordított péptestbe a tű legfeljebb 1 mm-re süllyed be.
A kötés kezdetét és végét a víz hozzáadásától számított és 10 percre felkerekítetten órákban és percekben kell megadni.

Cement fajták:

Homogén cementek: a cementklinkeren kívül max 15% egyéb anyag.
Portlandcement. Klinkeren kívül gipszkövet tart.
S 54. Szulfátálló cement. Kötés közben sem gyors, sem cementbacillus nem keletk.
Fehér cement. Minimális színező vasoxidot tartalmaz. Szerkezetre nem hasz.
Színes cement. Fehér cement + cementálló festékporral gyárilag kev.
Bauxitcement. Hazánkban nem gyártják. Gyorsan szilárdul. Egy idő múlva átkristályosodik és elveszti szilárdságát. Nem alkalmazható meg.
Heterogén cementek
Kohósalak portlandcement. Jelentős utószilárd. Kis hőfejlesztés Korrózió álló.
Traszportlandcement. Jelentős utószil. Kis hőfejl. Tömör „vízzáró" beton.

Őrlésfinomság vizsgálat.

[3/43 ; MSZ 523]

A vizsgálatot a szabvány kötelezően írja elő. Fizikai vizsg.
Az őrlésfinomságot a 0,20 és 0,09 mm-es szitákkal kell meghatározni. 900-as 4900-as
A szita mérete 21×21 cm és 10 cm magas a fakerete.
A vizsgálandó cementet 1 órán át 105±2 C°-on szárító-szekrényben szárítjuk.
Egy-egy vizsgálatot 100 g cementtel kell elvégezni.
Minden vizsgálatot kétszer kell megismételni.
A szitálás kézzel vagy géppel lehet végezni; de a cement dörzsölése stb... tilos!
A szitákon fennmaradt anyag mennyiségét a két párhuzamosan végzett vizsgálat eredményének átlagában, az eredeti cement súlyszázalékában kell megadni.
A szabvány előírás szerint a cement őrlésfinomsága akkor megfelelő, ha a 0,20 mm-es szitán legfeljebb 2%, a 0,09 mm-es szitán pedig legfeljebb 20% a fennmaradt anyag súlyszázaléka.

Zsugorodás mérés.

[3/55]

A zsugorodást a képlékeny habarcsvizsgálatnál leírt módon készített 4×4×16 cm-es Haegermann hasábokon mérjük. A hasábokat 7 napig vízben tároljuk, majd a vízből való kivétel után azonnal a Graaf-Kauffmann készülék segítségével meghatározzuk a hosszukat.
A próbatest hosszváltozását a 7 napos korban mért hosszúságra vonatkoztatva, a 28 napos korban végzett mérés alapján %-ban kell kifejezni. A hasábokba megkészítéskor el kell helyezni a csapokat. Ezek mélső távolsága 176 mm.

Térfogatállandósági vizsgálat.

[3/45; MSZ 523]

A vizsgálatot a szabvány kötelezően előírja. Fizikai vizsg.
A vizsgálat a vízpróbából és főzőpróbából áll. Az a cement térfogatállandó, amely mindkettőt kiállta.
A vizsg. lepény elkészítése, cementpépből:

1., A cementpép víztartalma 1%-al több, mint a szabványos folyósághoz szükséges víz mennyisége (kötésvíz)
2., A pépből 4x100 g-t golyóvá (4db) formázunk kézzel.
3., Üveglapon a golyókat egyenként addig rázogatjuk, amíg mintegy 1cm vastagságú és 10 cm átmérőjű lepénnyé terülnek szét.
4., Lepényt külső szélétől a közepe felé vízzel nedvesített késsel lesimítjuk, éles élek és sima felület elérésére.
5., Lepényeket 24 órán át 15-20 C°-on, 90% relatív-nedvességtartalmú térben tároljuk. Ha cement kötésideje hosszú, akkor a megkeményedésig tároljuk.

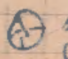
Vízpróba:
Két lepényt lemezzel együtt 27 napig (a lepény 28 napos koráig) víz alatt tároljuk.

Főzőpróba:
Két lepényt lemezzel együtt vízzel töltött hevíthető edénybe kell helyezni úgy, hogy azok a kísérlet alatt vízzel teljesen borítva legyenek. A vizet 1 óra alatt forrásig kell melegíteni és a forralást 3 órán át kell folytatni.

A térfogatálló cement lepényén sem a víz- sem a főzőpróba után repedés, vetemedés vagy más elváltozás nem észlelhető.

Dombovári oldal

duzzadó cement: oka a megengedettnél több mész és az
(mozaik) alágtalan égetés


zsugorodó cement.
(sugárirányú)

Fajlagos felület (cement) meghatározása.

[3/42,50; MSZ 523]

Fajlagos felület meghatározását a szabvány nem írja elő kötelezően, csak ajánlott, tájékoztató vizsgálat.
Fizikai vizsgálat.
A fajlagos felület az 1g cement összes felülete [cm^2/g]
A szabvány a Lea - Carman féle, légáteresztőképesség mérésén alapuló készülék alkalmazását írja elő.
A készülék bonyolultsága miatt kiszorul lassan a használatból, helyette a Blaine-féle készüléket használják a nemzetközi szabványban is már elismert módszerként.
Blaine készülék (Praktikum 52 old, 2.9 ábra)
A készülék szintén a légáteresztőképesség mérésén alapul. A készülék permeabilis cellájába (áteresztő) a fajsúlytól függő mennyiségű (lásd túlold.) cementet kell bemérni 0,001g pontossággal. Mérni kell a folyadékoszlop elmozdulásának idejét, amíg a folyadék szint a B-C távolság között áthalad.

A cement fajlagos felülete: [cm^2/gr]

cementeknél $F_f \sim 3000\ cm^2/g$

$$F_{fajl} = \frac{K}{\gamma}\sqrt{T} \quad \text{ahol}$$

K a készülék állandója, ismert felületű pormintával határozható meg. Palotás tanszék készülékén $K = 873$ [$1/cm \cdot \sqrt{sec}$]

γ a vizsgált cementminta fajsúlya [g/cm^3]
A Palotás tanszéken vizsgált cement esetében 3,125 g/cm^3

T a készülék U csövén lévő B-C távolság közötti folyadékszint elmozduláshoz szükséges idő másodpercben [sec]

./.

A készülék felső részén üveg hüvelyben van a permeábilis fém cella. Méréskor kiemeljük a fém cellát, abba a következő sorrendben behelyezzük a lyukacsos fémlapot, a szűrőpapír, a cementet, a felső szűrőpapirt. Ezután a cella fedelét is képező fém hengerrel tömöríteni kell óvatosan a cementet, míg a henger pereme a cellával nem ütközik. A cellát behelyezzük az üveg hüvelybe, a fedelet eltávolítjuk. Maga az üveg hüvely egy u alakú cső egyik szárán ül. Ezen a száron négy beosztás van. Az alsó, első beosztásig kell érjen a csőbe öntött parafinolaj. Szintén ezen a száron van egy elzáró csap. A csap kinyitása után az addig az u alakú cső alján egyensúlyban álló parafint felszívjuk egészen a legfelső, negyedik jelig. A csapot lezárjuk. A folyadék saját súlyánál fogva a csőben lefelé süllyed, hogy újból egyensúlyi helyzetbe kerüljön. Süllyedés közben a cementen keresztül levegőt szív át, a légáteresztés pedig arányos a felülettel. Az önmagától lesüllyedő parafin előbb a harmadik, majd a második osztást éri el. E két osztás közötti süllyedési időt mérjük stopperórával másodpercekben. Mindig a folyadékszint alsó meniszkuszát helyes figyelni. A mérést legalább háromszor kell elvégezni.

A cellába betöltendő cement mennyiség:

$c = \gamma \cdot v(1-\varepsilon)$ ahol γ = cement fajsúly

v = cella cementtel töltött térfogata = cement térfogat.

ε = porozitás. /hézagosság/, a cement térfogategységében lévő hézagmennyiség.

A $v(1-\varepsilon)$ szorzat értéke ≅ 0,86 ~ 0,92 között mozog. [cm³]

a porozitás = $\varepsilon = \frac{\gamma_t}{\gamma}$ ahol γ_t = a cement térfogatsúly.

szokványos cementeknél $\varepsilon \cong 0{,}50$

finomra őrölt cementeknél $\varepsilon \cong 0{,}55$

Fenti ε alatt az úgynevezett látszólagos, tehát a szemcsék közötti hézagokat figyelembe vevő porozitás értendő. A valódi porozitás nemcsak a szemcsék közötti, hanem a szemcsékben lévő, azokba bezárt hézagosságot is magában foglalja. Ez utóbbi képlete: $\varepsilon_v = \frac{\gamma - \gamma_t}{\gamma} = 1 - \frac{\gamma_t}{\gamma}$ = összes porozitás.

Acélhuzal névleges folyási határának, arányossági határának (Hooke), szakító szilárdságának, kontrakciójának megállapítása [3/292; 4/363; 5/19; 3/327]

7.2 ábra. Határozott folyáshatárral rendelkező acél $\sigma - \varepsilon$ diagramja.

7.3. Határozott folyáshatárral nem rendelkező acél $\sigma - \varepsilon$ diagramja.

Akkor az erőhöz tartozó feszültséget, amelynél a szakítógép erőmutatója megáll, vagy amelynél elkezd visszaesni, a nyúlás folytatódása mellett, nevezzük folyáshatárnak. Ha a feszültség-nyúlási diagram nem rendelkezik határozott folyáshatárral, (lásd. 7.3 ábra), akkor névleges folyáshatárról beszélünk. Névleges folyáshatárnak a 0,2 %-os maradó nyúlást okozó feszültségértéket nevezzük. A névleges folyáshatárt az alábbi három módon lehet meghatározni:

a., A próbatestre ható erőt fokozatosan növeljük. A terhelés 10 másodpercig változatlan, azután megszüntetjük egy alapterhelésig (várható folyási határ kb. 10%-a) Minden tehermentesítés után, azaz az alapterhelésen megmérjük a próbatest maradó alakváltozását. A terhelést addig fokozzuk, amíg 0,2%-nál nagyobb maradó nyúlás nem adódik. A $\sigma - \varepsilon$ értékpárokat felrajzjuk diagramba.

b., Fokozatosan növekvő terheléssel folyamatosan felveszszük a $\sigma - \varepsilon$ diagramot. Minden terhelésnél 10 másodpercig változatlanul tartjuk az erőt. A diagramban húzunk párhuzamost az $\varepsilon = 0{,}2\,\%$ nyúlásértékből kiindulva a diagramm kezdeti, arányos, egyenes szakaszával és az kimetszi a görbéből a σ_F folyáshatár pontot.

c., Fokozatosan növelvő terheléssel folyamatosan felveszszük a $\sigma - \varepsilon$ diagramot. Minden terhelésnél 10 másod-

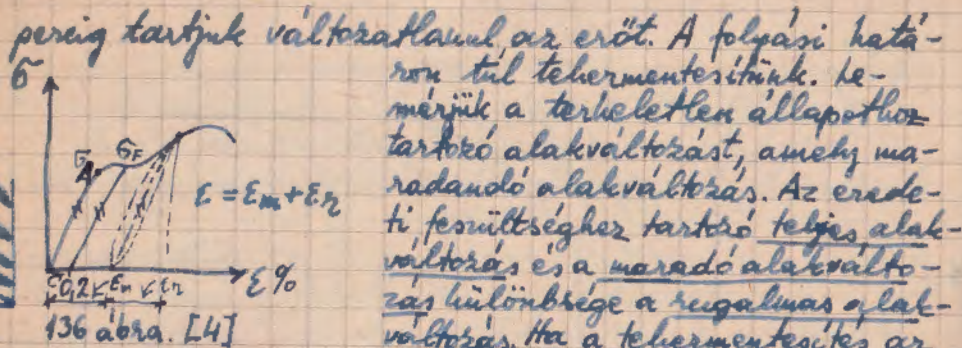
Mindig egy bizonyos alapterhelés után tesszük fel a nyúlásmérőt, 1-t, melyekben 0-st mutat; [illegible]

[illegible] a Hooke törvény érvényes [illegible] diagramot kiegészítjük.

– Ez oran [illegible] – [illegible] gyak. [illegible]

[illegible] a VIII/258 [illegible]

perig tartjuk változatlanul az erőt. A folyási határon túl tehermentesítünk. Lemérjük a terheletlen állapothoz tartozó alakváltozást, amely maradandó alakváltozás. Az eredeti feszültséghez tartozó teljes alakváltozás és a maradó alakváltozás különbsége a rugalmas alakváltozás. Ha a tehermentesítés az arányossági határ alatt történt volna, ahol a Hooke törvény érvényes, akkor maradandó alakváltozás nem lett volna, a leszálló σ-ε ág egybe esett volna az eredeti σ-ε diagram arányos szakaszával. Megemlítjük, hogy a folyási határon túli tehermentesítésnél nyert hiszterézis hurok két ágból áll. Újra terhelés után az anyag nem mutat újra folyási jelenséget és az új σ-ε diagram egyenes folytatásként csatlakozik az eredetiken. Ez a módszer a hideg nyújtás, melynek következtében a folyási határ mintegy eltűnik, a szakadó nyúlás csökken, és ez a tulajdonsága az anyagnak meg is marad míg fel nem hevítik (lágyítás.)



136 ábra. [4]

A névleges folyási határt ezen harmadik módszerrel úgy állapítjuk meg, hogy a hiszterézis egyenessel az $\varepsilon = 0{,}2\%$ pontból párhuzamost húzunk, amely kimetszi a σ_F pontot.

A névleges folyási határhoz hasonlóan beszélünk névleges arányossági határról, amelyhez 0,02% maradó fajlagos alakváltozás tartozik.

A feszültségek számításánál mindig az eredeti F_0-al számolunk (Ezért van σ-ε diagramnak leszálló, lehajló ága!)

A folyás bekövetkezte után a nyúlásmérőt le kell szerelni, csak ezután szabad tovább terhelni, mert különben az órát összetörjük. A mérőóra leszerelése után szakítunk.

A szakítógép összekapcsolható egy írószerkezettel: Ez tulajdonképpen egy ceruza, amely egy dobon nyomot hagy. A σ tengely párhuzamos a henger alkotókkal, az ε tengely az alapkörrel. Nyúlás esetén a dob forog, terhelés esetén eltolódik. Az íróhengeren léptékül meg kell jelölni két pontot (a hozzátartozó P és l' felírásával), hogy a σ-ε görbe értelmezhető legyen.

A három módszer más-más eredményt ad, mert hiszterézis hurkok nem párhuzamosak; a zérus pontot [illegible] „elfolyásnak”:

konkakció — ε (v. hogy a kontrakció nagyobb nyúlásúak hatását) Helyes azonban 40 d-vel is kiszámolni a kontrakciót beleértve, esetleg csökkentsük. 40 d-vel számolni a kontrakción kívül (ha a végén szakad másképp nem is lehet)

Az L_0 jeltávolság előírásaink szerint 10 d. A teljes nyúlást az L_0 jeltávolság megnövekedéséből számítjuk:

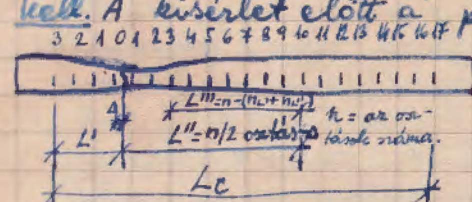
$$\varepsilon\% = \frac{\Delta L}{L_0} 100 = \frac{L_c - L_0}{L_0} 100$$

ahol L_c a megnyúlt jeltávolság, amelyet a próbatest összeillesztése után mérünk.

Ha a teljes nyúlás az előírt értéket eléri, akkor mindegy, hogy a pálca hol szakadt el. (Előírt érték ε 3/2[illegible]-2%)

Ha a teljes nyúlás értéke nem felel meg, mert a szakadás a befogáshoz közel következett be, a szakítás megismétlendő.

Ha a szakadás a jeltávolság középső harmadán kívül következett be, akkor a kapott mérési eredményt javítani kell. A kísérlet előtt a próbapálca jeltávolságát 10 illetve 20 részre osztjuk be. Elszakítás után a szakadás helyéhez legközelebb eső osztó helyet 0-val jelölve, a többi jelet sorjában 1, 2, 3 stb.. számmal látjuk el mindkét oldalon. A rövidebb darabon lemérjük a szakadástól a jeltávolság végéig az L' hosszúságot, a hosszabb darabon a szakadás helyétől a szakítás előtti fél jeltávolságnak megfelelő osztásig mért L'' hosszúságot, és kisebbik részből a féljeltávolsághoz hiányzó részt, L'''-t. Azaz a hosszabb oldalon rendelkezésre álló megnyúlt jeltávolsághoz hozzá adjuk a rövidebb rész rendelkezésre álló megnyúlt (fél) töredékjeltávolságát és még kiegészítjük ez utóbbiból hiányzó, ezt megnyúlt féljeltávolsággá tevő, a hosszabb oldalon visszamért szakasszal. $L_c = L' + L'' + L'''$



12 ábra [5] Jeltávolság jav.

A tulajdonképpeni jeltávolságot az eredetileg végig beosztott pálcán szakadás után választja meg az ember úgy, hogy a szakadás annak közel a közepére kerüljön.

A σ_B szak. szilárdság az erőmérőn leolvasott legnagyobb erőhöz ($P_B = \sigma_B \cdot F_0$) tartozó szilárdság.

A szakítószilárdság megállapításához folyamatos terheléssel szakítunk.

A keresztmetszetcsökkenést a legszűkebb részen két egymásra merőleges átmérője átlaga segítségével számítjuk. Kontrakció $= \psi = \frac{F_0 - F_c}{F_0} 100$, ahol F_0 az eredeti, F_c a legkisebb keresztmetszeti felület.

Meghatározás pontosságok: $\sigma_F = 0{,}5\ kg/mm^2$; $\sigma_{sz} = 0{,}5\ kg/mm^2$; $\varepsilon = 0{,}5\%$; $\psi = 0{,}5\%$

σ_F méréséhez olyan nyúlásmérő, mellyel 0,01 mm pontosan lehet mérni.

A nyúlásmérő óra hátulján leolvasott megnyúlások a mérőóra alaphosszára vonatkoznak.

Keménységvizsgálat

[3/296; 4/17; 2/56; 5/27

A keménység a test ellenállóképessége idegen test behatolásával szemben.
A keménységvizsgálatok szerepe a mérnökszerkezeteknél elsősorban az acélminőség (szakítószilárdság) durva ellenőrzése, valamint a hegesztési kapcsolat és a mellette lévő alapanyagban bekövetkező szerkezetváltozások közvetlen ellenőrzése.

Brinell-keménység. Egy D átmérőjű golyót P terheléssel kell a megvizsgálandó anyagba nyomni, meghatározott idő után kell tehermentesíteni, majd a benyomódás d átmérőjét megmérni. A Brinell-keménység (HB vagy KB „Hart = Kemény") értéke a P terhelő erő (kp) és a benyomódás gömbsüvegének mm^2-ben számított felszínének a hányadosa. [Jele: x HB Φgolyó(mm)/kp teher/sec nyomóidő)

$$HB = \frac{P}{F_s} = \frac{P}{D\pi h} = \frac{2P}{D\pi\left(D-\sqrt{D^2-d^2}\right)}$$

$$\text{mert } h = \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2-\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{1}{2}\left(D-\sqrt{D^2-d^2}\right)$$

A terhelési időre, erőre, golyóátmérőre vonatkozó adatok, végrehajtási előírások stb. a Praktikum 297 oldalán és a 298 oldalán lévő 7.9 táblázatban.
A 450 kp/mm^2-nél nagyobb keménység mérése ez a módszer nem alkalmas, hanem a Rockwell vagy Vickers eljárás alkalmazandó.
Összefüggés a szakítószilárdság becslésére acélanyagnál:

$$\sigma_B \cong 0{,}35\ HB$$

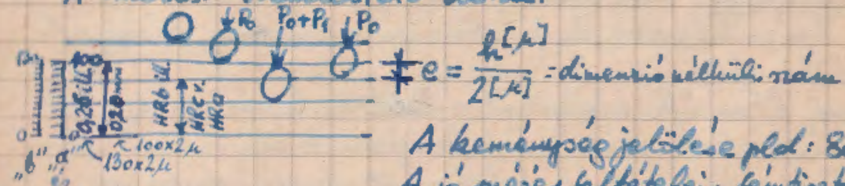
Rockwell-keménység. A terhelés által okozott bemélyedést mérjük. A terhelő erő vagy $P_0 = 10$ kg előteher és (+) 90 kg $= P_1$ főteher, mely esetben a terhelőtest 1/16 coll = = 1,59 mm acélgolyó (jele: b, ball = golyó) vagy nagyon kemény, de 0,8 mm-nél vastagabb anyagnál $P_0 = 10$ kg (+) $P_1 = 140$ kg, mely esetben a terhelőtest 120°-os csúcs-

szögű, csúcsán 0,2 mm-es sugárral legömbölyített gyémántkúp (jele: c; cone = kúp) vagy nagyon kemény, de 0,8–0,4 mm vastag anyagnál $P_0 = 10$ kg (+) $P_1 = 52{,}5$ ill. 50 kg, mely esetben a terhelőtest a fenti „c" változat gyémántkúpjával azonos (jele: a)

A mérés menete: *(lásd két oldallal hátrébb)

1., $P_0 = 10$ kp előterhelést adunk, majd kezdőállásba hozzuk a mélységmérő órát
2., Ráadjuk a megfelelő P_1 főterhet. Tehát $P_0 + P_1$ hat.
3., Miután a mélységmérő óra mutatója megállott a P_1 főterhelést megszüntetjük. Tehát újból P_0 hat. Terh. idő: 30 sec
4., A mélységmérő órán leolvassuk a főterhelés okozta maradó alakváltozás mélységét. A számlapot rendszerint úgy szerkesztik meg, hogy arról azonnal a keménység olvasható le.
5., Kiszámítjuk a Rockwell keménységet, ha az óráról az közvetlenül nem olvasható le, a következők szerint:
„a" és „c" jelű (gyémántkúp) eset: $HRc (=) HRa = 100 - e = 100 - \frac{h^{[\mu]}}{2^{[\mu]}}$
„b" jelű (acélgolyó) eset: $HRb = 130 - e = 130 - \frac{h^{(\mu)}}{2^{(\mu)}}$

A h benyomódást 2μ-ra ($2\mu = 0{,}002$ mm), mint egységre vonatkoztatjuk.
A mérést szemléltető ábra:

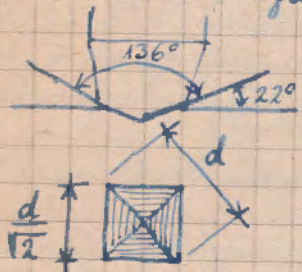


A keménység jelölése pld: 80 HRb
A jó mérés feltételei: fémtiszta-, sima; (acélhuzal metszet sík lapja →) síkfelület. A vizsgált anyag vastagsága „e"-nek legalább 8-szorosa legyen. A próba hátlapján a vizsgálat után alakváltozásnak látszani nem szabad. A benyomódás közepe a próbalap szélétől, vagy két szomszédos benyomódás közepe egymástól legalább 3 mm távolságban legyen. Minimum két mérést kell végezni.

Vickers-keménység. Egy szabványos négyzetalapú gyémántgúlát, amelynek szemben fekvő lapjai 136 ± 1°-s szöget zárnak be egymással, P terheléssel nyomunk

a vizsgálandó anyagba. A szabványos terhelés 30 kp, de szokásos még az 5, 10, 20, 50, 100, 120 kp is.

A Vickers keménység a P terhelőerő és a gúla alakú benyomódás mm^2-ben számított felszínének hányadosa. (A d átló mérendő)



$$F = 4\left(\frac{d}{\sqrt{2}}\,\frac{d}{2\sqrt{2}}\,\frac{1}{2}\right)\frac{1}{\cos 22°} = \frac{d^2}{2\cdot\cos 22°} = \frac{d^2}{1{,}8544}$$

$$HV = \frac{P}{F} = 1{,}8544\,\frac{P}{d^2} \quad [kp/mm^2]$$

Jelölése pl: 250 HV 30 ahol az első szám a keménységet, az utolsó a terhelést (kp) jelenti.

Az erőtartás legalább 15 szekundum.

A benyomódás átlóját 0,5 mm-ig 0,01 mm-nyi, 0,5 mm alatt pedig 0,001 mm-nyi pontossággal mérjük meg, a két átló hosszának számtani közepét vesszük. A 100 kp/mm^2 keménységnél nagyobbat egész számra kerekítve, a kisebbet egy tizedesre pontosan kell megadni.

HV = 300 kp/mm^2-ig acél esetében:

$$\sigma_B = 0{,}35\,HV \qquad \text{ahol } \sigma_B \text{ a szakítószilárdság}$$

A képletből kitűnik, hogy a fenti határig HV ≈ HB

<u>Poldi-kalapács.</u> Kézi keménységvizsgáló eszköz, munkahelyen is használható, de pontossága az eddig tárgyaltakénál kisebb.

Egy 10 mm átmérőjű acélgolyót a Poldi-kalapács rúdja tetejére mért tetszőleges ütéssel benyomunk egy ismert keménységű és a kalapácsba behelyezett etalon darabba és a megvizsgálandó anyagba.

Az etalonpálca négyoldalfelületén oldalanként legalább 20-30 benyomat fér el, tehát egy pálca legalább 80 vizsgálathoz használható.

A két benyomatot nagyítóval kell megmérni.

A készülékhez tartozó táblázatból kiolvassuk a Brinell keménységet, amelyet még helyesbíteni kell az összehasonlító etalon rúd és a táblázat alapszilárdságainak megfelelően.

A táblázat az alábbi képlettel készült, melynek táblázat hiányában használandó:

$$H_2 = H_1\,\frac{D - \sqrt{D^2 - d_1^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_2^2}} \quad \left[\frac{kp}{mm^2}\right] \quad \text{ahol}$$

H_2 a keresett keménység
H_1 az etalonpálca ismert keménysége
D a golyó átmérő
d_1 az etalon pálca benyomati átmérője
d_2 a keresett keménységű próbatest benyomati átmérője.

A képlet kitűnik, azt összehasonlítva a Brinell keménységnél felírt képlettel, hogy tulajdonképpen a

$$H_2 : H_1 = \frac{1}{F_{S_2}} : \frac{1}{F_{S_1}}$$

arányzal állunk szemben.

Csak Rockwell-t és Poldi-kalapácsot mértünk, mert más nincs a tanszéken.

* <u>A Rockwell-keménység mérés gyakorlati végrehajtása:</u> (HRb mérést végzünk.)

1., A műszerasztalra helyezzük az acél mintákat.
2., A vízszintes síkú kerékkel a műszerasztalt a Rockwell-golyóig emeljük és ugyancsak ezen kerékkel az asztal további emelésével adjuk a P_0 = 10 kg előterhet. Az előteher működésekor a kismutató az alul lévő piros jelre, a nagy mutató HRb mérés esetén a „b" skála 30-as osztására mutat. (mert 100+30=130 és 100 egy körülfordulás)
3., A jobboldali felsőkar lassú elfordításával a P_1 = 90 kg főterhet ráengedjük a próbadarabra. (hidraulika.)
4., Miután a mutató megállt a kar visszafordításával a főterhet megszüntetjük.
5., A „b" skálán HRb értéket leolvassuk.

Acélismeret.

[3/285; 4/394]

Az acél, amely kovácsolható vasötvözet max. karbontart.: 1,7%

Jelölések:

① B. 50. 35 / 50.35 Bmk / Bes 50.30 — B = betonacél (folytacél), m = gyengén ötvözött, K = különleges betonacél = feltételesen hegeszthető; 50 kp/mm² = szakító szil., 35 kp/mm² = folyási határ

Bcs = csavart betonacél

KB = hidegen húzott különleges betonacél (különben a betonacél melegen hengerelt)

② 180.30 hidegen húzott feszítőhuzal, hőkezelés nélküli
180.30H —"— H = hőkezelt
180.30HR —"— HR = hőkezelt és rovátkolt
180 kp/mm² = szakítószilárdság
30 = mm-ben mért átmérő tízszerese.

③ A 36.24.12 hengerelt hídszerkezeti acél
36 kp/mm² = szakító szilárdság
24 kp/mm² = folyási határ
12 a szabvány két utolsó számjegye

④ A 34.12 ált. célokat szolgáló ötvözetlen szerkezeti acél
34 kp/mm² = szakítószilárdság
12 a szabvány két utolsó számjegye.

⑤ A 34.13 ált. használatra szegecsacél. Mint ④

⑥ A 45.27.13 szegecsacél hidakhoz Mint ③

⑦ 36.24.S „S" a hegeszthetőség jele

A betonacél alakja lehet: sima, bordás, periodikus (csavarbordás)

Patentírozás: hőkezelésnél az edzési hőmérsékletről gyorsan hűtik le az anyagot ~500 C°-ra és komoly ideig tartják ezen, míg az ausztenit átalakul. Ezzel az eljárással edzik a különleges (KB) betonacéljainkat és feszítőhuzaljainkat. Tulajdonképpen a szívósságot fokozó hőkezelés.

Elszíneződés: savnál = piros, [illegible] | lúgos = kékes, zöldes

A betonozáskor használt víz hidrogén-ion koncentrációjának (pH érték) meghatározása.

[3/99, 4/172, 6/140, 7,619]

A keverővíz vegyi jellemzésére — a szulfát-ion meghatározáson kívül — a hidrogén-ion koncentráció számértékét használjuk.
A pH érték a víz savasságának (pH<7), lúgosságának (pH>7) mérőszáma.
A közelítő helyszíni vizsgálatot „Merck" vagy vele egyező minőségű univerzális indikátorpapírral végezzük.
Az indikátorpapírból egy csíkot néhány másodpercre a 15-20 C°-u vízbe mártunk, majd a nedves indikátor papír színét összehasonlítjuk az indikátorpapírt tartalmazó füzetben lévő színskálával. A legjobban egyező színnél leolvassuk a pH értéket.
A megengedett pH érték: 6<pH≤9 (Praktikum 7-ből).
A víz alkalmazhatóságára a szabvány szűkszavúan intézkedik.

A vízben a lúgos kémhatású hidroxilionoknak (OH⁻) és a savanyú kémhatást okozó hidrogénionok (H⁺) koncentrációjának szorzata állandó szám = 10⁻¹⁴ grammegyenérték/liter. A semleges hatású tiszta vízben a hidroxil- és hidrogén ionok azonos 10⁻⁷ grammegyenérték/liter mennyiségben vannak jelen. Ha tiszta vízhez pl. savat adunk, a hidrogén-ion koncentráció nő, a hidroxil-ion koncentráció csökken, miközben a kettő szorzata 10⁻¹⁴. Jellemzésére a hidrogén ion koncentrációt használjuk. Az egyszerűség kedvéért azonban jellemzésül a hidrogénion koncentráció negatív logaritmusát adjuk meg:

pH<7 savanyú oldat
pH=7 semleges oldat
pH>7 lúgos oldat

Hiszen, ha sav hozzáadásával a hidrogénion koncentráció nő, akkor a 10 negatív kitevőjének abszolút értéke csökken.

Egyéb vizsgálat: érzékelés (zavarosság, szag), szilárd alkotórész, szulfát-ion.

Az adalékanyag agyag-iszap tartalmának meghatározása (közelítő módszer)

[3/95, 8/229, MSZ 4713]

Szemcseosztályok: (geológiai kategóriák)

átmérő:	
> 20 mm	kavics
20 - 2 mm	aprókavics (murva)
2 - 0,2 mm	durva homok
0,2 - 0,02 mm	finom homok (homokliszt, Mo)
0,02 - 0,002 mm	iszap
< 0,002 mm	agyag

Szabvány szerint kötelező vizsgálat.
A vizsgálat céljára 1000 ml-es ontással ellátott menzurát használunk.

MSZ 18288/2 500 g 1000 ml

1., 500 ml-ig homokkal megtöltjük.
2., 750 ml-ig vízzel feltöltjük, összerázzuk.
3., Egy óra múlva újból összerázzuk (1 percig)
4., 24 óra múlva leolvassuk az adalékanyag teljes halmaztérfogatát (H_1) és a felsőrészen élesen elváló agyag és iszapréteg térfogatát (H_2)

A mérő hengert felrázzuk, majd ezt az első órában 20-20 percenként megismételjük. Egy órás eredmény a mértékadó

A térfogatszázalékban kifejezett közelítő agyag és iszap tartalom:

$$i\% = \frac{H_2}{H_1} 100 \text{ térf } \%.$$

A homok agyag és iszap tartalma legfeljebb 6 térfogat %, az egész együttes adaléké legfeljebb 3 térfogat % lehet.

Megjegyezzük, hogy a betontechnológiában a 5 mm alatti szemeket nevezzük homoknak.

Átszámítás egy órás ülepítésnél $1 cm^3 = 0,6 g$
24 órás ülepítésnél $1 cm^3 = 0,9 g$

Az adalékanyag 0,1 mm-nél kisebb szemeinek meghatározása súlyveszteség alapján.

[3/96]

Külön határozzuk meg az 5 mm feletti és alatti szemek finomrész tartalmát.

1., Kb 3 kg súlyú mintát 105 C°-on súlyállandóságig (G) szárítunk.
2., Az 5 mm-es rostán átrostáljuk.
3., Az 5 mm feletti anyagot 0,1 g pontossággal lemérjük, edénybe helyezzük, vízzel felöntjük, összerázzuk, majd a zavaros vizet leöntjük. Ezt addig ismételjük, amíg a víz tiszta nem lesz. Az anyagot súlyállandóságig szárítjuk és 0,1 g pontossággal lemérjük. (G_1)
4., A 5 mm alatti anyagot 1 g pontossággal lemérjük, üveghengerbe helyezzük és vízzel árasztjuk el olymódon, hogy az adalék felett 20 cm magas vízréteg legyen. Az üveg tartalmát pálcával felkeverjük, majd a keverés befejezésének időpontjától stopperórával mért 90 másodperc múlva a zavaros vizet óvatosan leöntjük és tiszta vízzel helyettesítjük. Ezt addig folytatjuk, míg a víz átlátszó nem lesz. Ekkor a vizet leöntjük, az anyagot súlyállandóságig szárítjuk és 1 g pontossággal lemérjük (G_2)

Az eltávolított 0,1 mm-nél kisebb szemek súly %-a:

$$i_{0,1} = \left(1 - \frac{G_1 + G_2}{G}\right) 100$$

Az adalékanyagok szennyeződéseinek minőségi vizsgálata.

[3/98]

→ Szerves szennyeződések vizsgálata az elszíneződés alapján.*
A vizsgálathoz 250 ml űrtartalmú mérőhengert 130 ml jelig megtöltjük légszáraz adalékanyaggal, majd a 200 ml jelig feltöltjük 3%-os nátriumhidroxid (NaOH) oldattal és jól összerázzuk. Ha az oldat 24 órás állás után színtelen vagy halványsárga lesz, akkor a szervesanyag tartalom betonozás szempontjából jelentéktelen.

→ Szulfáttartalom kimutatása. Az adalékból 1 kg-nyit apróra törünk, hogy az a 0,2 mm-s szitán átessen. Az összekevert mintából 100 g súlyút 200 ml desztillált vízzel összerázunk, majd hozzáadunk 2-3 csepp tömény sósavat és azzal 1 órán át főzzük. Hagyjuk ülepedni, ülepedés után a folyadékot szűrőpapíron keresztül 250 ml-s mérőhengerbe töltjük, 1-2 csepp sósavval annyira savanyítjuk, hogy a kék lakmuszpapírt pirosra fesse, majd desztillált vízzel 200 ml osztásvonalig feltöltjük. Ezután 20 ml 10%-os báriumklorid oldatot csepegtetünk a hengerbe. Ha fehér csapadék keletkezik, akkor az adalékanyagban szulfátok (SO_4)* vannak. [$BaCl + \square SO_4 \rightarrow BaSO_4$ fehér csap. $+ \square Cl$]

→ Szulfidok (S) kimutatása. Az adalékanyag 100 g-s porított mintájára kevés 10%-os sósavat öntünk. Ha az adalékanyag szulfidokat tartalmaz, akkor kénhidrogén szabadul fel, amit szagáról (romlott tojás) azonnal felismerünk. [pl. $FeS + 2HCl = H_2S + FeCl_2$]

* Az elszíneződést barna „Tannin" oldathoz (cserzsav) hasonlítjuk, ha a próba ezt a színt veszi fel, akkor alkalmatlan beton készítéséhez.

* SO_3-ra is vonatkoztatják.

Adalékanyag osztályozó vizsgálat, és minősítés.

[3/85]

Teljes osztályozó vizsgálatot a 0,1; 0,25; 0,5; 1,0 mm lyukbőségű kvadrátnövetű szitasor és 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60; ill. 80 mm lyukbőségű körlyukú rostasor segítségével végezzük el. (Szabványszitasor)
A vizsgálatot 100 C°-on kiszárított anyaggal végezzük.
Egy mintával legfeljebb 100 m³ anyag minősíthető.
Minta mennyisége ha $D_{max} < 20$ mm 5 kg
$20 \text{ mm} < D_{max} < 70$ mm 10 kg
$70 \text{ mm} < D_{max}$ 20 kg.
A szitálási veszteség < 2% kell legyen
Mérési pontosság: 10 g.
Kifejezzük a fennmaradt (b) és áthullott (a) anyag súlyszázalékát az összsúly százalékában:

$$a\% = 100 \frac{g_1}{G}, \qquad b\% = 100 \frac{g_2}{G},$$

Rövidített osztályozó vizsgálat során csak az 1; 5; $D_{max}/2$; D_{max} szemnagyságnak megfelelő szitákon illetve rostákon osztályozzuk az adalékot.
Az adalékanyag minősítése történhet:
Szemmegoszlási görbe. Ordináta lineáris, áthullott összes súlyszázalékot tartalmazza, az abszcissza logaritmikus, kezdőpontja d = 0,1 mm és a szemcseátmérőt tartalmazza. Integráló görbe.
Szemmegoszlási határgörbék. A legnagyobb szemnagyság függvényében megadott határgörbék által bezárt területen futó szemmegoszlási görbék illetve az adalék I, II, III. osztályú. Ha a vizsgált görbe kis területen kilép a tartományból, akkor terület kiegyenlítéssel „helyettesítő" szemmegoszlási görbét rajzolunk és azt bíráljuk.

./.

Abrams-féle finomsági modulus. A finomsági modulus a Tyler szitasor lyukbőségeinek megfelelő ordinátákon leolvasott fennmaradt súlyszázalékok összegének 100-ad része

$$m = \frac{\Sigma b}{100}$$

Tyler szitasor alatt a módosított Tyler szitasort értjük: # 0,15; 0,30; 0,60; és Φ 1,2; 2,5; 5; 10; 20; 40 mm. A szitasor eredetije hüvelykben megadott értékeinek milliméterre átszámított értéke: 0,147; 0,295; 0,59 stb...

A finomsági modulus meghatározható tetszőleges szitasorozat használata esetén, a görbe felrajzolása nélkül is:

$$m = \frac{\Sigma s_i \cdot m_i}{100}$$ ahol

s_i egy bizonyos frakció szitán fennmaradt mennyisége súlyszázalékban, m_i a kérdéses szemnagyság finomsági modulusa. (Táblázatból sz.)

Az Abrams-féle finomsági modulussal kifejezhető a

Hummel-féle terület: $F = 30,1 m$

Spindel modulus: $r = 0,301 m + 2$

Rövidített szitavizsgálat. Alárendeltebb építkezéseknél kielégítő lehet. A szitálás eredményét a táblázatban (Praktikum 90 old) megadott határértékekkel kell összehasonlítani és ennek alapján az adalékot minősíteni.

Az adalékanyag szemmegoszlásának javítása.

[3/91; 3/171]

A javítás az
$$\left.\begin{aligned} a_1 m_1 + a_2 m_2 &= m_0 \\ a_1 + a_2 &= 1 \end{aligned}\right\}$$
kétismeretlenes egyenletrendszerrel történik.

A javításnak két módja van:

1., Ismert modulusú anyagot, másik ismert modulusú anyaggal keverünk $a_1 : a_2$ arányban, hogy a kívánt m_0 modulusú anyagot nyerjük.

2., Ismert modulusú anyagot pl. két részre, bontunk (5 > homok, 5 mm < kavics) és valamely rész bizonyos hányadának eltávolításával, majd a maradék részek újrakeverésével előállítjuk a keresett finomsági modulusú anyagot. (önmagában való javítás). Ez utóbbira hoz példát a Praktikum [3] a 171-173 oldalon. A példa magyarázata:

a.) Az adalékot a szabványszitasorral osztályozzuk.

b., Megrajzoljuk a görbét, táblázatba felírjuk az eredeti anyag áthullott súlyszázalékát.

c., Kiszámítjuk a homok áthullott súlyszázalékát: 5 mm és attól felfelé 100% lesz. 5 mm alatt pedig egy hányados minden szitánál:

Renormálunk

$$\frac{\text{eredeti anyag áthullott súly \%-a}}{\text{eredeti anyag 5 mm-es szitán áthullott súly \%-a}} \times 100$$

A nevező tehát konstans. Másszóval: kiszámítjuk a homok áthullott súlyszázalékokat a homok mennyiség százalékában. Továbbiakban ez az elv ismétlődni fog.

d., Kiszámítjuk a kavics áthullott súlyszázalékát: 5 mm-nél és attól lefele 0% lesz. 5 mm felett:

$$\frac{\text{eredeti anyag áthull. súly \%} - \text{eredeti anyag 5 mm-s szitán áthull. súly \%}}{100 - \text{eredeti anyag 5 mm-s szitán áthull. súly \%-a}} \times 100$$

./.

e.) A felrakott szitagörbe fennmaradt súlyszázalék értékeit leolvassuk a Tyler szitasor lyukbőségeinél (0,147; 0,295; 0,59; 1,18; 2,37; 4,75; 9,52; 19,05; 38,1; 76,2 mm)

f.) Kiszámítjuk a homok fennmaradt súlyszázalékát a Tyler szitasor lyukbőségeinél: 9,52 mm-nél és feljebb: zérus%. 4,75 mm-nél és attól lejebb:

$$100 \times \frac{\text{eredeti anyag fennmaradt Tyler súly\%} - \text{eredeti fennmaradt 5 mm-s szabvány (súly\%)}}{\text{eredeti anyag áthullott 5 mm-s szabványszita súly \%}}$$

g.) Kiszámítjuk a kavics fennmaradt súlyszázalékát a Tyler szitasor lyukbőségeinél: a 4,75 mm-nél és attól lejebb: 100%. 9,52 mm-nél és attól feljebb:

$$\frac{\text{eredeti anyag fennmaradt Tyler súly \%-a}}{\text{eredeti anyag fennmaradt 5 mm-s szabvány súly \%-a}} \times 100$$

h.) Az eredeti anyag, homok, kavics Tyler szita lyukbőségeihez tartozó fennmaradt súly %-okból kiszámítjuk a három keverék finomsági modulusát.

i.) Az előállítandó finomsági modulus, a homok finomsági modulusa és a kavics finomsági modulusa ismeretében a fiioldal tetején lévő képletekkel meghatározzuk az a_1 és a_2 részarányt. Ilyen arányban keverendő a homok és kavics.

k.) A homok és a kavics szabványszitán áthullott súly %-ait megszorozzuk a megfelelő részaránnyal.

l.) E szorzatok lyukbőségenkénti összege adja a javított áthullott súlyszázalékát a szabvány szitasoron.

m.) A homok és a kavics Tyler szitán fennmaradt súly %-ait megszorozzuk a megfelelő részaránnyal.

n.) E szorzatok lyukbőségenkénti összege adja a javított fennmaradt súlyszázalékot a Tyler szitasoron.

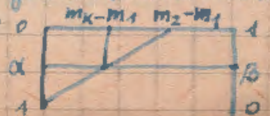
o.) Ez utóbbiból kiszámítjuk ellenőrzésképpen a javított anyag finomsági modulusát.

p.) Az f.) g.) m.) n.) lépések megtakaríthatók, ha a szabvány szitánál kapott értékekkel a homok, kavics és javított görbéket megrajzoljuk és a Tylernél értékeiket leolvassuk.

Nomogramm adalék javításra:

$\alpha m_1 + \beta m_2 = m_x$

$\alpha + \beta = 1$



Az adalékanyag szemcsealakjának vizsgálata.

[3/91]

A szemcsealakot az 5 mm-nél nagyobb adalékszemeken állapítjuk meg.
Négy helyről veszünk 5-5 kg mintát, azt összekeverjük és negyedeléssel addig osztjuk, amíg a szemek száma 50-100 lesz. Megadandó: $\frac{h}{s}$; $\frac{v}{s}$

Ha $\frac{v}{s} > 0,5$ és $\frac{h}{s} < 1,5$ akkor a szemcse zömök

$\frac{v}{s} < 0,5$ $\frac{h}{s} < 1,5$ — " — lemezes

$\frac{v}{s} > 0,5$ $\frac{h}{s} > 1,5$ — " — hosszúkás

$\frac{v}{s} < 0,5$ $\frac{h}{s} > 1,5$ — " — lemezes és hosszúkás

Szemléletes ábrázolás mód /Somogyi László féle/:

$\frac{v}{s}$	$\frac{h}{s}$: 1,0 – 1,5	1,5 – 3,0
0,1 – 0,5	lem.	lemezes + hosszúkás
0,5 – 1,0	zömök	hosszúkás

MSZ 1992 5.7 pont A lemezes és (+) hosszúkás szemek száma 5/12 anyagnál 10%-nál, 12/40 anyag esetén 8%-nál több nem lehet. A % darabszázalék.
Néhány szabvány súlyszázalékban írja elő a megengedett %-t.

Alaktényező = $a = \frac{A}{\frac{\pi}{6} \sum h^3}$ ahol

" A" az összes vizsgált szemek együttes térfogata (cm³)

Betontervezés.

[3/130; 3/191] [3/100; 3/180]

A betontervezés képletei:

1. Vízcementtényező meghatározása

1.1 Földnedves konzisztencia esetén:

légpórusos beton esetén {
C600 alkalmazásakor: $K_{28} = 200\left(\frac{1}{r} - 0,35\right)$
C500 —"— $K_{28} = 165\left(\frac{1}{r} - 0,35\right)$
C400 —"— $K_{28} = 115\left(\frac{1}{r} - 0,35\right)$
C300 —"— $K_{28} = 90\left(\frac{1}{r} - 0,35\right)$

① r-t kell kiszámítani, ezután ② adódik az x- és $r = \frac{v}{c} + \frac{l}{c} = x + x_l$ l [dm³/m³] ha lev. tart. 3%, akkor $l = 30$

érvényességi határ $0,4 \leq r \leq 1,3$

1.2 Plasztikus és öntött konzisztencia esetén:

C600 alkalmazásakor: $K_{28} = 220\left(\frac{1}{x} - 0,55\right)$
C500 —"— $K_{28} = 185\left(\frac{1}{x} - 0,6\right)$
C400 —"— $K_{28} = 130\left(\frac{1}{x} - 0,6\right)$
C300 —"— $K_{28} = 100\left(\frac{1}{x} - 0,6\right)$

érvényességi határ $0,4 \leq X \leq 1,25$

K_{28} = 28 napos korban mért kockaszilárdság [kg/cm²]
r = vízlevegőcementtényező
x = vízcementtényező
x_l = levegőcementtényező
v = friss betonban lévő vízmennyiség kg/m³-ben
l = friss betonban lévő levegőmennyiség liter/m³-ben
c = a betonba kevert cement mennyisége kg/m³-ben

2. Vízcementtényező redukálása.

$$x_0 = \frac{x}{k \cdot k_0}$$

x_0 = redukált vízcementtényező
k = hígítási tényező, a konzisztencia függvénye.
k_0 = szigénytényező, a cementminőség függvénye.

k értéke	földnedves konz. esetén		1,00
	gyengén plaszt.	—"—	1,25
	plasztikus	—"—	1,35
	erősen plasztikus	—"—	1,45
	öntött	—"—	1,60

k_0 értéke	C600 cement	esetén	1,00
	C500 —"—	—"—	1,04
	C400 —"—	—"—	1,07
	C300 —"—	—"—	1,15

3. A cement mennyiség és a finomsági modulus megválasztása, hom. kav. esetén:

$$x_0 = 0,1 + \frac{23}{c}(10 - m) = 0,1 + \frac{23}{c}(11 - m_{150})$$

$$m_0 = 2,66 \lg D_{max} + 0,84 + 0,0028c$$

kielégítendő: $0,89 m_0 \leq m \leq 1,07 m_0$ ($0,89 m_0 + 1 \leq m_{150} \leq 1,07 m_0 + 1$)

m = finomsági modulus (Abrams)
D_{max} = maximális szemnagyság mm-ben.
m_0 = ideális finomsági modulus.

A betontervezés módjai:
1., matematikai egyenletekkel.
2., nomogrammal.
3., táblázattal.

$$K_{28} = A\left(\frac{1}{x} - B\right)$$

$$x_0 = \frac{x}{k \cdot h_0}$$

lúg tény. — vízig. t.

$f(\text{konz})$ — $f\left(\frac{\text{cem}}{\text{min.}}\right)$

$$x_0 = 0{,}1 + \frac{23}{c}(10 - m)$$

$$m_0 = 2{,}66 \lg D_{max} + 0{,}84 + 0{,}0028\,C$$

$$0{,}84\, m_0 \leq m \leq 1{,}07\, m_0$$

1., Fizikai jellemzők. (térfogatokkal, fajsúllyal).

$B_c = \frac{C}{\gamma_c}$ $B_v = C \cdot x$ $B_a = 1000 - B_c - B_v$ [l]

~~$A = \frac{B_a}{\gamma_a}$~~ $A = B_a \gamma_a$ [kg]   korr: $A_j = A\left(1 + \frac{V_t - V_n}{100}\right)$

$v_j = B_v - (A_j - A) = cx - \left(\frac{V_t - V_n}{100}\right)$

2., Friss beton térfogatsúly.

Felt: γ_b kg/m³ $A = \gamma_b - (C + V)$ [kg]

$A_j = A\left(1 + \frac{V_t - V_n}{100}\right)$ $v_j = V - (A_j - A)$

3., Bedolg. tény (súly szerint)

B = pld 1,2 ~~kiszámítani az 1,2~~ mérni az 1,2 m³ adalék súlyát.

A = száraz súly = Term súly − (nedvességtart) (természetes nedv.)

$A_j = A\left(1 + \frac{V_t - V_n}{100}\right)$ kg $V_j = C \cdot X - (A_j - A) = CX - \left(\frac{V_t - V_n}{100}\right)$

4., Bedolg. tény (térf szerint) $B_{a\,nedv} = 1{,}2\ m^3$ Adalék nedv. tart m³-ben számítandó

Arány = C[kg] : $B_{a\,nedv}$ [m³] : Kev. víz [m³]   Kev víz : x.C − adalék nedv. tart

Betonkonzisztencia mérés.

[3/167 ; 6/168]

A beton konzisztenciáján, (folyósságán) a beton mozgékonyságát értjük, amelyet a beton tömörítésénél kifejtett munka határoz meg.

A konzisztencia mértéke szerint a beton típusai (MSZ4714):

alig földnedves	jele: 0
földnedves	1
kissé képlékeny (egyengén plasztikus)	3
képlékeny (plasztikus)	10
folyós (erősen plasztikus)	15
önthető	20

A jel a friss beton legnagyobb megengedett roskadási mértékét jelenti cm-ben.

A különféle mérési számok egymással összefüggenek.

Abrams-féle roskadási érték. A csavarokkal lekötött kúpot 4 egyenlő rétegben töltjük meg betonnal. Rétegenként 25 szúrással tömörítjük. A 60 cm hosszú és 12 mm átmérőjű acélpálca hegye minden esetben a kúp aljáig kell lehatoljon. A roskadás mérőszáma a kúp leemelése után összeroskadt betonkúp legmagasabb pontjának távolsága a mellé állított fémkúp tetejétől, cm-ben mérve.

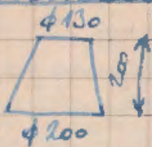
ϕ100, 30, ϕ200

Graf-féle behatolási érték. A készülék a 30 cm élhosszúságú kockaformából, a 12 kg súlyú és 12 cm élhosszúságú döngölőből, az acélállványba beépített 15 kg súlyú, 10 cm átmérőjű, a kocka felszíne felett 20 cm-rel rögzíthető ejtősúlyból áll. A betont két rétegben egyenként 48 ütéssel tömörítjük, a döngölő ejtési magassága 15 cm. Az ejtősúly ejtése után a vezetőrúdon cm-ben mért leolvasás adja a behatolás mértékét.

Glanville-féle tömörödési érték. A berendezés három egymás fölé helyezett fémedényből áll. A felső kettő fordított csonkakúp, az alsó henger. A két felső edény feneke csukló körül elforgatható, azaz nyitható. A felső csonkakúpot betonnal lazán púpozva megtöltjük. Az edény fenéklapját kinyitva a beton behullik az alsó csonkakúpba. Leveszszük a hengert lefedő lemezt, majd kinyitjuk a második csonkakúp fenekét. A betont a henger tetején lehúzzuk. A hengerben lévő betont gondosan lemérjük (G). Utána a kiürített hengert 5 cm-es rétegekben újra megtöltjük betonnal és azt optimálisan tömörítjük. Lemérjük a tömörített beton súlyát (G_t). A tömörödési mértéket e két súly hányadosa adja:

$$CF = G / G_t$$

Szétterülési próba. A 4 cm magasra emelhető (emelősen) 70×70 cm nagyságú rázóasztalra helyezett kúpban ~~három~~ két rétegben, egyenként 10 ütés ~~...~~ farúddal ~~...acélrúddal~~ tömörítjük a betont. A kúpformát leemeljük, majd 15-ször emeljük és ejtjük az asztalt a emelő körül, 4 cm-es magassággal. A szétterült lepény két átmérőjének számtani közepe cm-ben kifejezve adja a szétterülési értéket.



Ént két ütéssel farúddal

Egyszerű átformálási érték. A mérőeszköz a emelős ejtőkengyellel ellátott 233,5 mm belső átmérőjű és 233,5 mm belső magasságú (10 l-es) henger. Az átformálási értékét a roskadási érték mérése után határozzuk meg. Az ejtőkengyelt labilis egyensúlyi helyzetbe hozzuk majd ejtjük felváltva az edény két oldala felé. Az ütögetést addig végezzük, amíg a hengerben elterülő beton 5 mm pontossággal vízszintes sík felülettel helyezkedik el, az 5 litert jelző bekarcolt jel közelében. Az átformálási érték az átformálásig gyakorolt ütések száma.

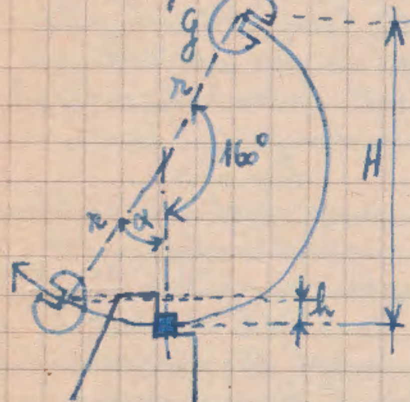
Bährner-féle Vebe-méter. Berendezése: vibroasztal, kúp, kettős, üvegfalú henger, fémlap, tölcsér. A kúpot a roskadási érték meghatározásához hasonlóan töltjük meg betonnal. A fémlapot a betonkúp tetejére helyezzük. A víszkozitás mutatóját az a másodpercekben kifejezett vibrálási idő adja, amely idő alatt a kúp alakú betontest hengeressé alakul és egyenletesen kitölti az átlátszó edényt.

Ütőhajlító vizsgálat.

[3/311; 2/124, 5/39] [MSZ 105-54 16 lap]

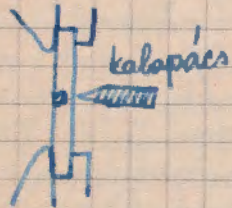
Dinamikus vizsgálat. öregedés, ridegtörés, veszélyes kimutatására is jó.

A vizsgálatot a Charpy-kalapáccsal végezzük el.



A próbatest alakja különféle lehet. A leggyakrabban használt 55 mm hosszú, 10x10 mm keresztmetszetű, félhosszában 5 mm mély bemetszése van, amelynek alját 1 mm sugárral kerekítik le.

Az ütés előtt a kalapács karját a kiindulási helyzetig emeljük és ott rögzítjük. A kalapács rögzítését kioldva az G súlyánál fogva a próbatestet eltöri.



F felület

Az ütőmű 10 mkp munkát végez. A próbadarab törésekor az inga mozgási energiájának egy része felemésztődik, a megmaradó része viszont az ingát továbblendíti. A próbatest eltörésére felhasznált munka:

$$A = GH - Gh = G(H-h) = G\left(H - 2r\sin^2\frac{\alpha}{2}\right)$$

mert: $r^2\sin^2\alpha + (r-h)^2 = r^2$ | $h = 2r\sin^2\frac{\alpha}{2}$

$r^2\sin^2\alpha + r^2 - 2rh + h^2 = r^2$

$h^2 - 2rh + r^2\sin^2\alpha = 0$

$$h = \frac{2r \pm \sqrt{4r^2 - 4r^2\sin^2\alpha}}{2} = r \pm \sqrt{r^2(1-\sin^2\alpha)} = r \pm \sqrt{r^2\cos^2\alpha} =$$

$= r \pm r\cos\alpha = r(1 \pm \cos\alpha)$ mivel $h < r$ ⟶

[mkp] $h = r(1-\cos\alpha)$ trigonometriai alap összefüggés:

$\sin\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}}$ $1-\cos\alpha = 2\sin^2\frac{\alpha}{2}$ $h = 2r\sin^2\frac{\alpha}{2}$

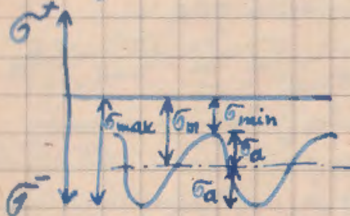
↓

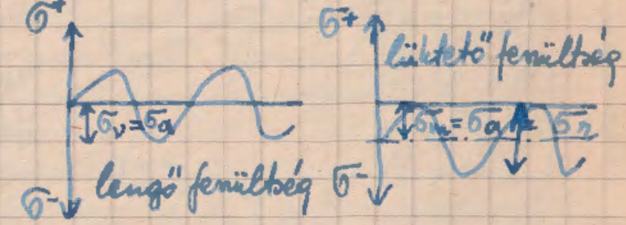
„A" a skálán a mutatóállásból leolvasható. A fajlagos ütőmunka: $L = \frac{A}{F}$ [mkp/cm²] ahol F a csökkentett keresztmetszet.

Fáradás.

[3/304; 2/118; 5/31, MSZ 105-51 14 lap].

Fogalmak. Dimenzió: σ [kp/mm²]





$\sigma_{max}, \sigma_{min}$ = az ismétlődő legnagyobb illetve legkisebb feszültség $\sigma_{max} = \sigma_m + \sigma_a$; $\sigma_{min} = \sigma_m - \sigma_a = \sigma_{max} - 2\sigma_a$

$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$ = az ismkétlődő középfeszültség

$\sigma_a = \pm\frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$ = feszültséglengés a középfeszültség körül

$\sigma_f = \sigma_m \pm \sigma_a$ (így is jelölendő, pld: $\sigma_f = 5 \pm 15$ kp/mm²) = = <u>kifáradási határ</u>. Egy megadott középfeszültség és az a legnagyobb feszültséglengés, amelynek a középfeszültség körüli végtelen sok lengése még nem okoz törést, vagy még nem engedett alakváltozást. *

$\sigma_v = \pm\sigma_a$ = <u>lengőszilárdság</u>, ha $\sigma_m = 0$; $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \sigma_a$

$\sigma_r = \pm 2\sigma_a$ = <u>lüktetőszilárdság</u> ha $\sigma_m = \sigma_a$ azaz $\sigma_r = \sigma_{max}$, $\sigma_{min} = 0$

Periódus = egy teljes feszültséglengés

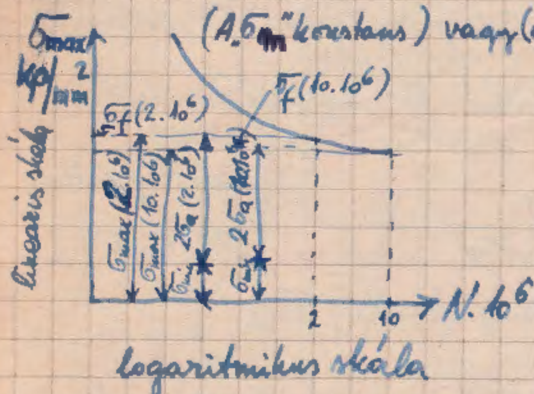
N = a törést okozó ismételt igénybevételek száma, rendszerint 10^6-on többszörösében. pl: $1{,}5 \cdot 10^6$

n = a percenkénti ismétlődő igénybevételek száma

* A gyakorlatban azt az ismételt feszültséget veszik kifáradási határnak, amelynél a Wöhler-görbe az érintőt majdnem eléri. Acélnál közelítésként $N = 2 \cdot 10^6$ ismétlésig törést nem okoz. (Más fémeknél $10 \cdot 10^6$)

Wöhler-görbe.

(A „σ_m" konstans) vagy (a „σ_{min}" konstans)



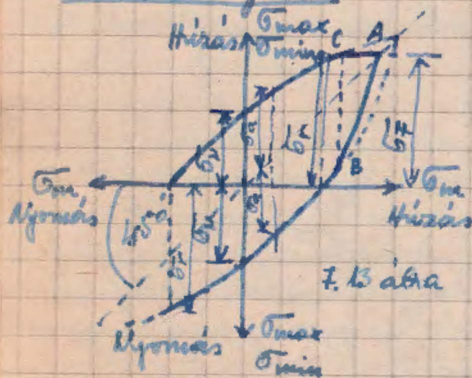
$$\sigma_F = \sigma_m \pm \sigma_a$$

$$\sigma_{max} = \sigma_m + \sigma_a$$

$$\sigma_{min} = \sigma_m - \sigma_a = \sigma_{max} - 2\sigma_a$$

Ahol a görbe — amely aszimptotikusan közelíti meg a kifáradási határnak megfelelő vízszintes érintőt — gyakorlatilag párhuzamos az abszcisszával, törés már nem várható.

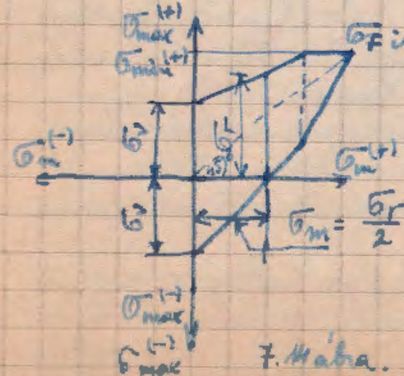
Smith-görbe.



7.13 ábra

A Smith-görbe az összes Wöhler-görbe adatait magába foglalja. Az abszcisszára a σ_m középfeszültségeket, az ordinátára ugyanolyan léptékben a σ_{max} és σ_{min} értékeket, azaz a kifáradási határfeszültségeket mérjük fel. Az összetartozó pontok összekötéséből egy alsó és egy felső görbét kapunk. A 45°-os középvonal az ábrát felezi.

Az ordináta tengelynek a két görbe által határolt szakasza a σ_v lengőszilárdságot ($\sigma_m=0$) adja. A görbék és az abszcissza tengely metszéspontjában húzott ordinátáknak a másik görbéig terjedő szakasza a σ_r lüktetőszilárdságot ($\sigma_{min}=0$; $\sigma_m=\sigma_a$) adja.



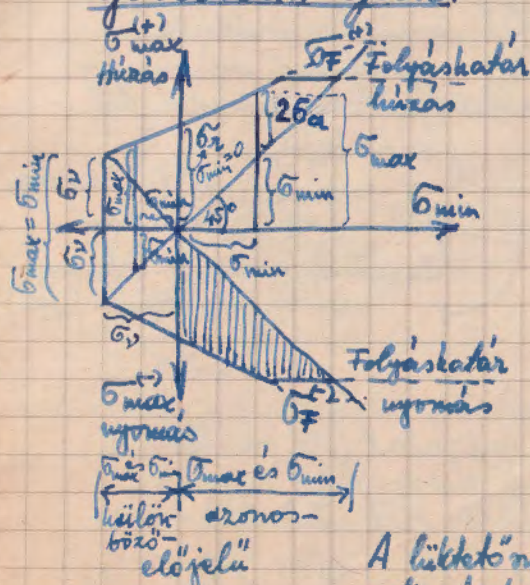
7.14 ábra.

Mivel a folyáshatárnál (σ_F) nagyobb feszültség nem engedhető meg, ezért a felső feszültség vonalát a folyáshatár magasságában az abszcisszával párhuzamos vonallal határoljuk a 45°-os vonalon lévő A pontig és az A pontot egyenes vonallal kötjük össze az előbbi párhuzamos vonal C metszőpontjából húzott függőleges által az alsó görbén kimetszett B ponttal.

Az így megszerkesztett, a teljes kifáradási ábrát határoló alsó és felső határvonalak által bezárt területet biztonsági területnek nevezzük.

A gyakorlatban a teljes kifáradási határ meghatározása helyett annak néhány pontját állapítjuk csak meg (σ_v lengőszilárdság, σ_r lüktetőszilárdság, σ_F ill $\sigma_{0,2}$ folyáshatár) és a pontok felrajzolása után egyenes vonalakkal határolt kifáradási ábrát szerkesztünk meg (lásd 7.14 ábra.)

Goodman-görbe.



Az abszcissza tengelyre felmérjük a σ_{min} feszültségeket, majd e pontokban az ordináta tengellyel párhuzamosan újból felmérjük őket. Végeik grafikus helye a 45°-os egyenest határozza meg. A σ_{min} végződésre $2.\sigma_a$-t mérjük szintén az ordinátával párhuzamosan. Azonos előjelű σ_{max} és σ_{min} esetén az ábra jobboldalán dolgozunk és a feszültségeket azonos értelemben mérjük fel.

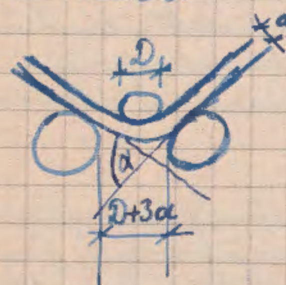
A lüktetőszilárdság (σ_r) az origótól az ordináta tengelyen mért távolság a feszültségek vonaláig (mert itt $\sigma_{min}=0$). Különböző előjelű σ_{max} és σ_{min} esetében (lengési zóna) az ábra baloldalát használjuk és ellentett értelemben mérjük fel a feszültségeket. A lengőszilárdságot a $\sigma_{max} = \sigma_{min}$ helyen kapjuk (σ_v, lásd ábra). A görbe a σ_r, σ_v, σ_F értékekkel megszerkeszthető.

Hajlítóvizsgálat.

[3/317; 5/41; 2/337; MSZ 5702-52]

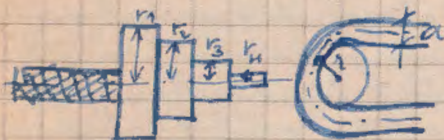
Technológiai vizsgálat

A hajlítóvizsgálat az acélok és fémek maradó hajlíthatóságának elbírálására szolgáló eljárás.
A próbatest hossza 50-300 mm, de legalább a vastagsága tízszerese legyen.
A próbatest középső harmadán semmiféle sérülés nem lehet.

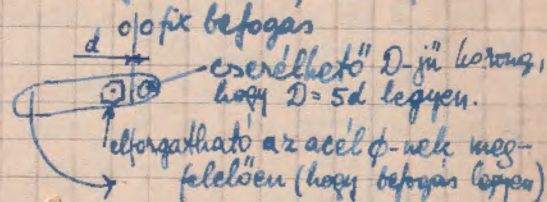


1, A próbatestet addig hajlítjuk, amíg az egyik szár a másik szár meghosszabbításával meghatározott szöget nem zár be.

2, A próbatestet addig hajlítjuk, amíg a próba két szára egymással párhuzamos helyzetet ~~nem~~ vesz fel.



Szerszám a görbületi sugár kimérésére.



Hajtogatóvizsgálat. (pld. feszítőhuzal)

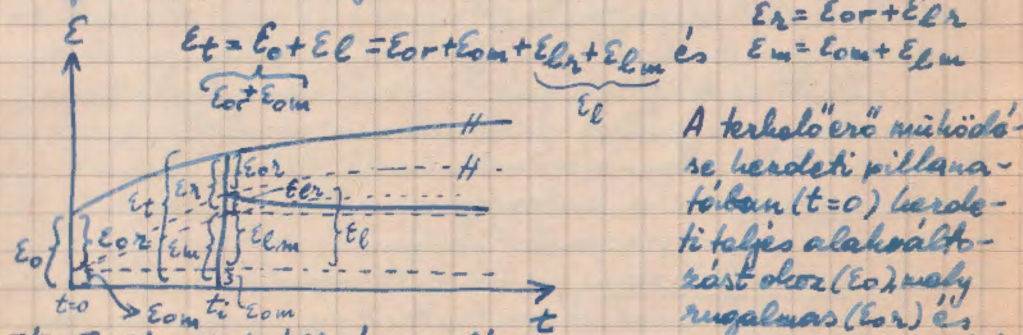
[2/339; 4/378; MSZ 5703-50]

Technológiai vizsgálat.
Vékony lemezeknek, de főként vékony huzalok vizsgálatára használatos eljárás. A próbapálcát a hajlítóhengerek köré fogják és egy kar segítségével előnör 90°-ra, majd törésig jobbra-balra 180°-ra hajlítják. A törésig elviselt hajtogatások száma adja a minősítést. Az első a 90°-os, de a törést okozó már nem számít. Ha 10 hajt. kibír = megfelel.

Tartós vizsgálatok.

[3/313; 2/407; 4/372; 5/21]

Tartós vizsgálatoknál a terhelést fokozatosan növeljük fel egy bizonyos értékig, majd ezt elérve hosszú időn keresztül – esetleg évekig – működtetjük. A fellépő feszültségek és alakváltozások kialakulását az idő függvényében vizsgáljuk, szemben a statikus vizsgálatokkal, ahol az idő szerepét elhanyagoltuk.
Azt a tudományágat, amely a fellépő feszültségeket és alakváltozásokat az idő függvényében vizsgálja, reológiának, az időben változó tulajdonságokat reológiai tulajdonságoknak nevezzük.
Kúszás vizsgálatnál (lassú alakváltozás) a hőmérséklet és a terhelés nagysága állandó, és csak a próbatest alakja változik.



I/73. Tartós alakváltozás görbéje.

Jelölések:

- ε_o = kezdeti teljes alakvált. (pillanatnyi)
- ε_{or} = pillanatnyi rugalmas alakvált.
- ε_{om} = pillanatnyi maradó alakvált.
- ε_t = tartós alakváltozás
- ε_r = tartós rugalmas alakváltozás
- ε_m = tartós maradó alakváltozás
- ε_{lr} = rugalmas utóhatás
- ε_{lm} = tiszta lassú alakváltozás, kúszás
- ε_l = lassú alakváltozás (teljes)

A terhelő erő működése kezdeti pillanatában (t=0) kezdeti teljes alakváltozást okoz (ε_o), mely rugalmas (ε_{or}) és maradó (ε_{om}) alakváltozásból tevődik össze. Huzamosabb idő (t_i) múlva a változatlan terhelő erő (ε_t) tartós alakváltozást okoz. Eltávolítva a terhelést, kapunk egy azonnal visszaalakuló

rugalmas alakváltozást (ε_{or}), amely a pillanatnyi (kezdeti) rugalmas alakváltozással lesz egyenlő. Ha a terheletlen hasábot hosszabb időn (napok, hetek) át tovább figyeljük, azt tapasztaljuk, hogy újabb és újabb alakváltozások alakulnak vissza, az időben bekövetkező teljes alakváltozásnak (ε_t) van tehát időben késleltetve visszaalakuló rugalmas része is, az ú.n. rugalmas utóhatás, (ε_{lr})-rel jelöljük ennek hosszú idő múlva bekövetkező legnagyobb értékét (aszimptóta). A teljes, tartós alakváltozás tehát összetevődik a kezdeti (pillanatnyi rugalmas + maradó) alakváltozásból, a lassan kialakuló rugalmas utóhatásból, és a vissza nem alakuló ε_{lm} — az állandó feszültség alatt a tehermentesítés idejéig bekövetkező tiszta lassú alakváltozásból, azaz a kúszásból.

Megjegyezzük, hogy a kísérletek szerint a t idő alatt bekövetkező lassú alakváltozás nemcsak az időnek, de a terhelő állandó feszültségnek is függvénye.

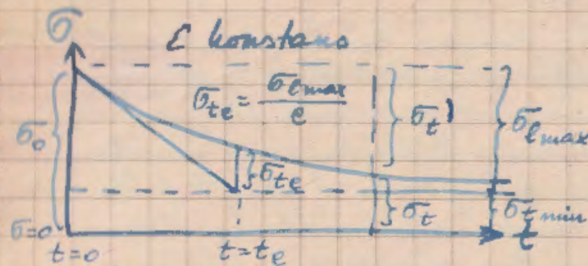
Kúszáshatár a próbatest szobahőmérsékleten megállapított eredeti keresztmetszet egységére vonatkoztatott az a nyugvó terhelés, amely bizonyos hőmérsékleten megszabott értékű kúszást okoz. A kúszáshatár csak a tényleges vizsgálati időtartamra vonatkozik.

Pl. a 0,2 %-os 1000 órás kúszáshatár jele $\sigma_{0,2/1000}$

Kúszási sebesség az a sebesség, amellyel a próbatest alakváltozása a vizsgálat folyamán végbemegy.

Kúszási sebességhatár a próbatest szobahőmérsékleten megállapított eredeti keresztmetszet egységére vonatkoztatott az a nyugvó terhelés, amely bizonyos hőmérsékleten megszabott időközben, megszabott nyúlássebességet idéz elő. Pl. ha a nyúlássebesség $5 \cdot 10^{-4}$% óránként a 25-35 órakörben, akkor a kúszási sebességhatár jele: $\sigma_{5/25-35}$

Ernyedés (relaxáció, lassú feszültségváltozás) vizsgálatnál az állandó hőmérsékleten tartott próbatestet egy előre meghatározott mértékű alakváltozásig terheljük meg és ennek változatlanul tartása mellett (tehát állandó alakváltozásnál) mérjük az igénybevétel folyamatos csökkenését.



I/75 Ernyedés görbéje.

A σ_0 eredeti feszültség $t \to T \to \infty$ idő múlva $\sigma_{t min}$-ra csökken, a feszültség csökkenés $\sigma_{\ell max}$.

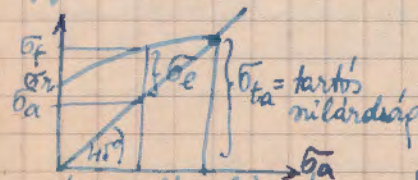
Ernyedési időnek nevezzük azt az időt amely alatt a legnagyobb feszültségcsökkenésnek, $\sigma_{\ell max}$-nak e-ed része áll elő (σ_{te}).

Ernyedési sebesség az a sebesség, amellyel a próbatest igénybevétele a vizsgálat folyamán csökken.

Ernyedési ellenállás az a nyugvó igénybevétel, amely bizonyos hőmérsékleten és megszabott kezdeti alakváltozás mellett egy megszabott időtartam végén fennáll. Pl. ernyedési ellenállás 24 óra után 0,5 % kezdeti nyúlás esetén: $\sigma_R/24/0,5$

Ernyedési sebességhatár az a nyugvó igénybevétel, amely bizonyos hőmérsékleten és megszabott kezdeti alakváltozás mellett, előírt időközben megszabott ernyedési sebességet okoz. Pl. 1%-os 10.000 órás ernyedési sebességhatár 600 C°-nál jelölése: $600\,\sigma_{1/10000}$

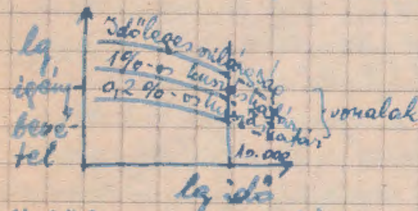
Tartós szilárdságon állandó terhelő erő okozta azt a feszültséget értjük, amelyet az anyag végtelen hosszú ideig törésmentesen, illetve a törés határállapotában elbír. Ez az állandó feszültség az anyagnak legnagyobb lassú alakváltozásával jár együtt. Megállapítása nagyon nehézkes, mert igen sok körülmény befolyásolja. Elvileg tökéletesek között megállapítható fárasztó kísérletekkel a lengési határ fokozatos szűkítésével, a tartós szilárdság ugyanis a zérus nagyságú lengési határhoz tartozó törőszilárdság.



I/76 Tartós szilárdság megállapítása fárasztó vizsgálat alapján.

Meghatározható még lassú alakváltozási kísérletek segítségével is.

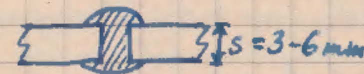
Tartós folyásnak az elég magas hőmérséklet mellett tartós állandó húzó igénybevétel alatt folyamatosan fellépő alakváltozást nevezzük. (Nyomó igénybevétel esetén a folyamatos keresztmetszet növekedés miatt az állandó igénybevétel alatt fellépő feszültség csökken és így az alakváltozás hosszabb-rövidebb idő múlva véget ér.)
A tartós folyás sebessége az időegység alatt bekövetkező alakváltozás nagysága. Annál nagyobb, minél nagyobb a terhelő feszültség.
Tartós folyási határnak azt az állandó hőfokhoz és állandó terheléshez tartozó feszültséget nevezzük, amelynél a meginduló folyás idővel véget ér, de amelynél csak kicsiny mértékben nagyobb feszültség az alakváltozást állandósítja, és végül szakadást okoz. Az MSZ 105 előírása szerint a tartós folyási határ az a feszültség, amely mellett a terhelés kezdetétől számított 25 és 35 óra közötti átlagos tartós folyási sebesség 10.10⁻⁴ %/óra.
Tartós szilárdsági diagramban az időleges szilárdságot és a kúszáshatárt az idő függvényében kettős logaritmikus léptékben ábrázolhatjuk. / lásd. 3/314 old. 7.20 ábra /



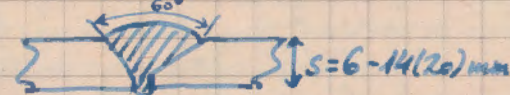
Időleges szakadási nyúlás a próbatest eredeti jeltávolságának a tartós szilárdsági vizsgálattal megállapított százalékos megnyúlása a próbatest elszakadása után. Pl. 10.000 órás szakadási nyúlás jele $L_o = 5d$ esetén $\delta_{5/10.000}$
Időleges kontrakció a próbatest eredeti keresztmetszetének a tartós szilárdsági vizsgálattal megállapított százalékos csökkenése a próbatest elszakadása után. Pl. 10.000 órás időleges kontrakció jele: $\psi_{10.000}$

Hegesztési varratfajták.

[2/387]

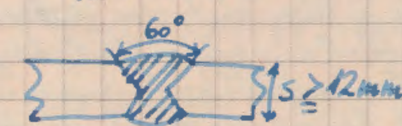


I-varrat

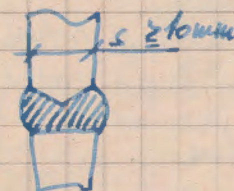


V-varrat

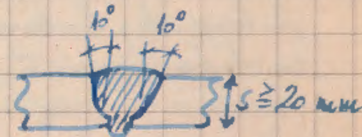
1/2 V-varrat



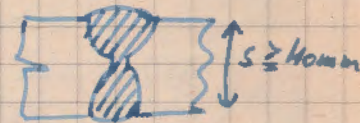
X-varrat



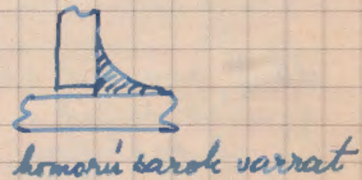
1/2 X-varrat



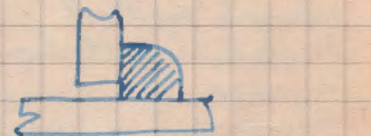
U-varrat



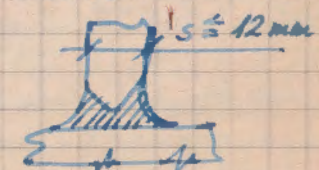
kettős U-varrat



homorú sarok varrat



domború sarok varrat

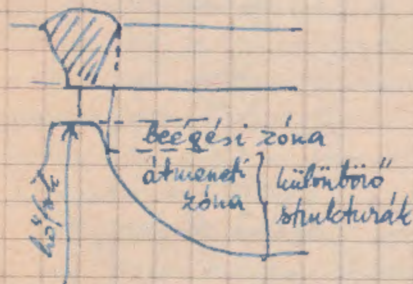


K-varrat

Az acél hegeszthetősége.

[2/388; 4/396; 2/378]

A hegesztés hatására — magas hőmérséklet, különböző-en felmelegedett helyek, lehűlés — az alapanyag szerkezete megváltozik. Egyes helyeken kilágyulás, más helyeken edződés következik be. Elváltozást okozhat a varrat zsugorodása is, belső feszültség, esetleg u.n. meleg-repedés keletkezhet.



Milyen legyen a hegeszthető acél?
Ne legyen edzhető. Ekkor a hegesztés mint hőkezelés sem kilágyítást, sem edző-dést nem tud előidézni. Ebből a szempontból leg-döntőbb tehát a széntartalom mértéke. A maximá-lis széntartalom 0,2 % lehet. Ennél nagyobb széntar-talmú acélok is hegeszthetők, de speciális körül-mények mellett.
Megfelelő kell legyen az acélösszetétele (ötvözők mennyisége.)
Szakszerű munka.
Helyesen választott hegesztőpálca.
Helyes lehűlési sebesség.

—·—·—·—·—·—·—·—

Rideg törésnél lokális, nagy (helyi) feszültségek lépnek fel, rugalmatlan, maradó alakváltozás nem előzi meg a törést, az anyag mely így törik elvesztette rugalmasságát.
Kritikus lehűtési sebességnek a martenzitképződéshez még szükséges hűtési sebességet nevezzük. Martenzit a C-nek γ-vasban való szilárd oldata, igen kemény, elég gyors hűtésnél keletkezik, amikor nincs idő a fölös szén kiválására.
Az edzés célja éppen a martenzites szerkezet előállítása, és ezáltal az acél keményebbé, szívósabbá, szilárdabbá tétele.

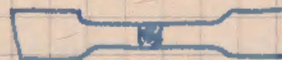
Hegesztések szilárdsági vizsgálata.

(:Tompavarratok:)

[3/318; 2/391]

Szakítóvizsgálat.

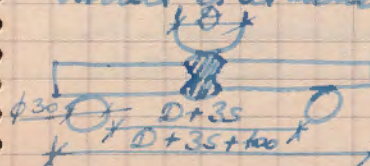
Hegesztett kötés vizsgálatával a hasábalakú próbapálca leggyengébb keresztmetszetét állapítjuk meg. A szakadás rendszerint a varraton kívül, de annak közelében, az átmeneti zónában szokott bekövetkezni.



Összehasonlításul el kell végezni az eredeti anyag szakítóvizsgálatát is.
Hegesztési varrat vizsgálatának célja a varrat szilárdságának a megállapítása. A próbapálcát a varratnál gyengítve állítjuk elő. A lerövidítés a nyúlást gátolja, így nagyobb szakítószilárdságot ad, ezért 8%-os korrekciót szokás alkalmazni: $\sigma_{sz} = \frac{P_t}{1,08 \cdot F}$. Az eredeti anyag szakítóvizsgálata szintén elvégzendő.

Hajlítóvizsgálat.

Keresztirányú hajlítópróba nyers varrattal, nemcsak a varrat és átmeneti zóna hajlíthatóságára ad útmutatást, hanem kimutatja a varrat kisebb vagy nagyobb domborúságának és a beégéseknek a befolyását is. Minden varratnál páros mérés végzendő; egyiknél az egyik, másiknál a másik szélsőnél legyen húzva ill. nyomva.



Amikor a húzott oldalon repedés lép fel, a nyomást meg kell szüntetni. Ha repedés nem lép fel, addig hajlítjuk, míg a próbapálca két szára párhuzamos nem lesz (min. 120°)
Keresztirányú hajlítópróba megmunkált varrattal.
Mindenben hasonlóan végzendő mint az előző vizsgálat.
Célja a hajlítási nyúlás (δ) és a Tetmayer-féle haj-

litási szám (B_q) megállapítása. Az első repedésig folytatjuk a kísérletet, akkor meghatározzuk a hajlítási szöget, a hajlítási nyúlást

$$\delta = \frac{L-L_0}{L_0}100 = \frac{L-(b_s+s)}{b_s+s}100$$ ahol L az

L_0 jeltávolság megváltozott hossza, %-ban mérve (a repedés szélességet le kell vonni.)

$B_q^{\%} = 50\frac{s}{r_s}$ ahol r a semleges szál görbületi sugara. ~~A vizsgálatot csak egy próbapálcán végzik el, a varrat gyökoldala a nyomott oldalra kerül.~~

Hosszirányú hajlítóvizsgálat célja a varrat és az átmeneti zónák alakváltozási képességének megállapítása a varrat hosszában. A vizsgálatot csak egy próbapálcán végzik el, a varrat gyökoldala a nyomott oldalra kerül.

Ütővizsgálat.

Cél a varrat és az átmeneti zóna ütőmunkájának a megállapítása. A bemetszés helye különböző lehet a varrathoz képest. A bemetszés alakja lehet:

Keménységvizsgálat.

Célja a keménység megállapítása az alapanyagban, ömledékben, átmeneti zónában. A keménységmérést Vickers szerint kell végezni.

Fárasztóvizsgálat lüktető igénybevételre.

Célja a hegesztett kötés kifáradási határának megállapítása ismételt húzóigénybevétel hatására. A próbát úgy alakítjuk ki, mint szakítóvizsgálatnál, legalább hat próbatest szükséges. Az eredményt Wöhler- illetve Smith-görbén ábrázoljuk.

Szövetszerkezeti vizsgálatok.

Makroszkópikus vizsgálat célja az ömledék és a hőhatásövezet elhelyezkedésének, a hegesztési hibáknak a megállapítása.
Mikroszkópikus vizsgálat célja az ömledék és a hőhatásövezet valamint az alapanyag szövetszerkezetének meghatározása.

A helyszíni, durva szilárdsági próbák:

Hegesztés előtt: hideghajlító vizsgálat (hernyóvarrat)
edzési próba
szikrapróba
keménységvizsgálat
Hegesztés után: hajlító próba
keménységvizsgálat

Fémek vizsgálata négy csoportra oszlik:

Szilárdságtani vizsg. (statikus, tartós, fárasztó, dinamikus)
Technológiai próba (hajlító, hajlítgató)
Hibakereső vizsg. (röntgen, ultrahang, mágneses)
Korróziós vizsg. (kémiai, elektrokémiai)

Szikrapróba.

[5/45]

Szikrapróbával a felhasználásra kerülő acélok hozzávetőleges összetételét és minőségét egyszerű eszközökkel, rövid idő alatt meg lehet állapítani.
Ha acélt köszörülünk, a köszörűkő szemcséi az acélról apró részecskéket forgácsolnak le. Ezek a leválasztott részecskék a súrlódás folytán annyira felmelegednek, hogy izzó, esetleg olvadt állapotba kerülnek. Az izzó vagy megolvadt részecskében lévő szén a levegő oxigénjével egyesülve elég, és a részecske szétrobban. Minél több szenet tartalmaz az acél, a robbanások annál intenzívebbek lesznek és így a szikraalak élénk világos és szétágazó lesz.
Ha az acél olyan ötvözőket tartalmaz, amelyek olvadáspontja nagy, ezek a szén elégését akadályozzák. Ilyen esetben a szikrák vörösek, sötétvörösek és kevésbé elágazók. Az alacsonyabb olvadáspontú ötvözők, mint pl. Mn, Ni kisebb mennyiségben, a szikraképet alig változtatják meg.

Szikraszín:

Világos sárga: Kis széntart. acél C=0,12%
Közepes keménységű gépacél C=0,5%
-"- -"- ötvözetlen szerszámacél C=0,9%
Kemény -"- -"- C=1,3%

Sárgásfehér: Mangánacél
Szilíciumacél (világossárgától-s. fehérig)

Barnásvörös-sötétvörös: Gyorsacél (8-20% Wolframtart.) (nagy sebességgel forgó szerszámok készülnek belőle, mert akkor sem lágyul ki)
Wolfram acél C=1,3% (vörös vonal, sárga csillag)

Sötétsárga: Krómacél
Sárga: Krómnikkel szerkezeti acél.

Jó összehasonlítást a színes fényképsorozat adhat.

Mészvizsgálat.

[3/27]

Mészégetés $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
Mészoltás $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

Darabos égetett fehérmész.

Szaporasági próba.

A megfelelően előkészített, 30 mm alá aprított darabos égetett fehérmészből kétszer 5 kg-t kell lemérni és egy-egy szabványos méretű oltóládába önteni. A szabványos láda minden magassági cm-e 1 liter térfogattal azonos. Az egyenletesen szétterített mészre annyi vizet öntünk, hogy az éppen elfedje. Ez a vízbetöltés időpontja. Amikor a víz forrni kezd, ez az oltás kezdetének időpontja. Az elforrt vizet pótolni kell. A forrás megszűnte, a pép elkészülte az oltás végének időpontja. A három időpontot és a felhasznált vízmennyiséget mérni kell. Az ezután lefedett ládákból 48 óra állás után a felszínen kivált vizet leszívjuk. A műveletet további 24 óra múlva megismételjük. Az összes víz – leszívott víz különbsége adja az oltáskor felhasznált víz mennyiségét. A második vízeltávolítás után megállapítjuk a két ládában lévő pép mennyiségét, és ez a szám szolgál a mész minősítésére. (23-as vagy 18-as mész = 1 kg darabos mész égetéséből 23 ill. 18 liter pép keletkezett)

Oltási maradék meghatározása.

A szaporasági próbánál kapott mészpépet vízzel fel kell hígítani. Az így kapott mésztejet 5 mm lyukbőségű rostán átöntjük és a fennmaradó részeket vízsugárral addig mossuk, amíg a víz tisztán nem folyik át.
A fennmaradt maradékot meg kell szárítani 105 C°-on.
A száraz maradék súlyát az oltási próbához (szaporasági) felhasznált 5-5 kg darabos égetett mész mennyiségére vonatkoztatva %-ban kell megadni.
Meg kell adni az oltási maradék minőségét is (homok, salak, szinterezett agyagos-mész, kiégett mészkő)

Fehérmészpép.

Iszapolási vizsgálat. Az oltott fehérmészpép mintából le kell mérni kétszer 5 kg mennyiséget egy-egy oltóládába. A lemért pépet vízzel lúgfolyós mésztejjé kell iszapolni, majd 0,2-es szitán leszűrni. A szűrés és mosás az oltási maradéknál leírt módon történik. A fennmaradt mennyiséget szárítjuk, lemérjük és mennyiségét a szitán 110 C°-on kiszárított fehér mészpép mennyiségére vonatkoztatva %-ban megadjuk.

—— · ——

Levegőn szilárduló, vagy nem hidraulikus kötőanyagok csak levegőn tudnak megkötni: agyag, gipsz, mész.
Víz alatt is szilárduló, vagy hidraulikus kötőanyag a cement.

—— · ——

Mészfajták:

Építési fehérmész: mészkőből nyerik. Lehet:

Darabos égetett építési fehérmész

Porráoltott ép. feh. mész: Az égetett mészből keletkezik, ha az oltáshoz csak éppen szükséges vizet használunk ⇒

Építési fehérmész-pép: bő vízzel oltva kapjuk. ⇐ mészhidrát.

Égetett építési szürkemész: dolomitos mészkőből nyerik égetéssel.

Őrölt égetett mész: Habarcsba oltják, így az oltásnál keletkező hő a kötést elősegíti, a habarcsot melegíti. Ez télen előny, de nyári időben hátrányos. Csak külföldön gyártják.

Karbid mész. A kalciumkarbidból való — a hegesztésnél használt — acetiléngáz gyártás melléktermékeként oltott mész:
$CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$ A szennyeződéstől szürke, karbid-acetilén szagú, ezért belső munkára nem használható.

Gipsz.
[3/18]

Az építési gipsz ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$) a természetes gipszkőből ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) állítható elő hevítéssel, amely által kristályvize egy részét elveszíti.

Szaporasági vizsgálat.
Szaporaságon azt a grammban kifejezett gipszmennyiséget értjük, amely 100 cm³ vízzel keverve plasztikus pépet ad. Meghatározására 66 mm belső átmérőjű és ugyanilyen magasságú üvegpohár szolgál. Az üvegpohárba betöltjük a 100 cm³ vizet és megmérjük a pohár súlyát.
Ezután a gipszet kézzel úgy szórjuk bele a vízbe, hogy a gipszpép felszíne 1,5 perc ± 10 másodperc múlva mintegy 2 mm-el legyen a vízszint alatt.
A szórássebesség szabályozását elősegíti a pohár kalibrálása, így a fenék feletti 16 mm-s és 32 mm-s szint megjelölése. A beszórás kezdetétől számított 1/2 perc alatt kell elérni a gipsszel a 16 mm-s jelzést, ill. 1 perc alatt a 32 mm-s jelzést. A gipszet addig kell a vízbe szórni, amíg a víz felszínét teljesen be nem lepi és az ezután keletkező száraz gipszfoltok csupán 3-5 másodperc alatt nedvesednek át. A teljes gipsz mennyiség beszórását 2 perc ± 5 másodperc alatt kell végrehajtani.
A pohár falára tapadt gipsz eltávolítása után az edényt tartalmával együtt újból le kell mérni és kiszámítani a beszórt gipsz okozta súlynövekedést.
A víznek a gipszre vonatkoztatott mennyisége az alábbiak szerint számítható:

$$v = \frac{100}{S_g - S_v} \cdot 100$$ ahol.

V a vízmennyiség %-ban (kötésvíz)
S_g az edény + 100 cm³ víz + beszórt gipsz súlya g-ban.
S_v az edény + 100 cm³ víz együttes súlya g-ban.

A szaporaságot két párhuzamos kísérlettel állapítják meg és a kettő átlaga grammpontossággal adja az eredményt.

Kötésidő vizsgálat.
200 g gipszből a szaporasági vizsgálat alapján kapott kötésvízzel pépet készítünk úgy, hogy a gipszet 30 másodperc alatt egyenletesen szórjuk be a vízbe, majd a gipszpépet 30 másodpercig keverjük. Ezután a Vicat-készülék gyűrűjébe töltjük. A Vicat-készülék tűjét félpercenként a gipszpépbe süllyesztjük, majd rögtön kiemeljük. Amikor a tű behatolási helye már nem folyik össze és a tű nem süllyed le a fenékig, a gipsz kötése megkezdődött. (A kötés ~~ke-~~ idejét ~~dését~~ úgy számítják, hogy a gipsz vízbeszórásának befejezésétől az eddig eltelt időt veszik.) A kötést akkor kell befejezettnek tekinteni, amikor a tű már legfeljebb 0,5 mm-re hatol be a pépbe. A gipsz vízbeszórásának befejezésétől az eddig eltelt időt kell a kötés végének tekinteni.

———·———

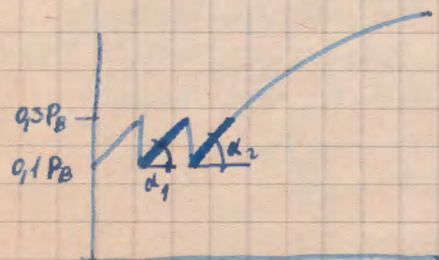
Gipsz fajták:
Természetes gipszkő: $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Építési gipsz. Gipszkőből hevítéssel állítható elő: $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$
Vakológipsz: A, B, C | fino- → gyorsabban köt, durvább, kisebb szilárdság.
Forma gipsz: I, II. ↓ mabb → durvább, kisebb szil.
Természetes anhidrid. $CaSO_4$. Katalizátorral köt, nedvesség oldja.
Keménygipsz. Mesterséges vízmentes módosulat. Víz kissé oldja, nem duzzad.
Márványgipsz. Válogatott minőségi építési gipszet timsóoldattal itatnak és kb. 350 C°-on hevítenek, majd finomra őrölnek. Kemény, csiszolható, fényezhető → műmárvány, falszerek, lábazat stb.

Acélhuzal névleges folyási határának megállapítása.

Negyedik módszer. NIIZSB módszer. Ez a legjobb eljárás.

Elvileg az e füzetben leírt „4" módszer a helyes, mely a kezdeti görbeszakasznál húz párhuzamost. A gyakorlatban ez nehezen szerkeszthető meg, ezért használatos az alábbi eljárás.
A kezdeti bizonytalanság kiejtésére $0{,}1 P_B$-vel befogjuk a pálcát és $0{,}3 P_B$-ig terheljük, majd $0{,}1 P_B$-re tehermentesítjük. Ezt háromszor elvégezzük. A két utóbbiból kiszámítjuk a rugalmassági modulust.
A rug. modulus felhasználásával kiszámítjuk az egy σ-hoz tartozó rugalmas alakváltozást, majd a teljes és rugalmas alakváltozások különbsége adja a maradó v. plasztikus alakváltozást.
A terheléssel a várható folyási határ fölé megyünk, az $\varepsilon_{max} = 0{,}2\%$-t közrefogjuk és interpolálunk.

Mérési eredmény F, P, $\Delta l_{ö1}$, $\Delta l_{ö2}$ l_0 = óra alaphossz
Számított σ, $\Delta l_{ö\,átl}$, $\Delta l_{öjav}$, Δl_{rug}, Δl_{pl}, ε_{pl}



$$E_0 = \frac{tg\,\alpha_1 + tg\,\alpha_2}{2} \qquad tg\,\alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$\Delta l_{rug} = \frac{\sigma}{E_0}\, l_0 \qquad \varepsilon = \frac{\Delta l_ö}{l_0}$$

$$\Delta l_{pl} = \Delta l_{öjav} - \Delta l_{rug}$$

$$\varepsilon_{pl} = \frac{\Delta l_{pl}}{l_0}$$

Példa a túloldalon:

140.70 feszítőhuzal névleges foly. hat. megállapítása.

P kp	σ kp/cm²	Δlö1 mm	Δlö2 mm	Δlö átl mm	Δlö jar mm	Δl rug mm	Δl pl mm	ε pl ‰
350	910	0,000	0,000	0,000				
1300	3370	0,322	0,322	0,322				
350	910	0,001	0,004	0,0025				
1300	3370	0,326	0,328	0,327				
350	910	0,001	0,005	0,003				
1300	3370	0,325	0,325	0,325	0,443	0,443	0,000	0,00
1740	4520	0,523	0,524	0,5235	0,6415	0,594	0,0475	0,12
2180	5670	0,732	0,733	0,7325	0,8505	0,745	0,1055	0,26
2610	6530	0,956	0,959	0,9575	1,0755	0,858	0,2175	0,54
3040	7900	1,241	1,241	1,241	1,359	1,038	0,321	0,80
3480	9040	1,547	1,541	1,544	1,662	1,188	0,474	1,19
3910	10.160	1,900	1,898	1,899	2,017	1,332	0,685	1,71
350	910	0,234	0,229					
4350	11340	2,360	2,355	2,3575	2,4755	1,487	0,9885	2,47
350	910	0,421	0,415					
4780	12420	2,870	2,871					
350	910	0,690	0,680					
6830	17760	szakító szilárdság.						

Ezt addig kellett volna „kis lépésekben” folytatni, míg $\varepsilon = 2‰$

$$E_0 = \frac{tg\,\alpha_1 + tg\,\alpha_2}{2} = \frac{3{,}03 \cdot 10^6 + 3{,}06 \cdot 10^6}{2} = 3{,}045 \cdot 10^6\ kp/cm^2$$

$$tg\,\alpha_1 = \frac{2460}{\frac{0{,}3245}{400}} = 3{,}03 \cdot 10^6\ kp/cm^2 \qquad tg\,\alpha_2 = \frac{2460}{\frac{0{,}322}{400}} = 3{,}06 \cdot 10^6\ kp/cm^2$$

$$\sigma = 3370 - 910 = 2460\ kp/cm^2 \qquad \varepsilon = \frac{\Delta l\ddot{o}}{l_0} \qquad tg\,\alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$\Delta l\ddot{o}\,jar^{(3370)} = \frac{\sigma}{E_0} l_0 = \frac{3370}{3045 \cdot 10^6} \cdot 400 = 0{,}443\ mm$$

Δlö növekmény $0{,}443 - 0{,}325 = 0{,}118$ mm

$$\Delta l\,rug = \frac{\sigma}{E_0} l_0 \qquad \Delta l\,pl = \Delta l\ddot{o}\,jar - \Delta l\,rug \qquad \varepsilon\,pl = \frac{\Delta l\,pl}{l_0}$$

Logaritmikus finomsági modulus

$$m_{lg} = \frac{F_{lg}}{lg\,2} = \frac{F_{lg}}{0{,}30103}$$

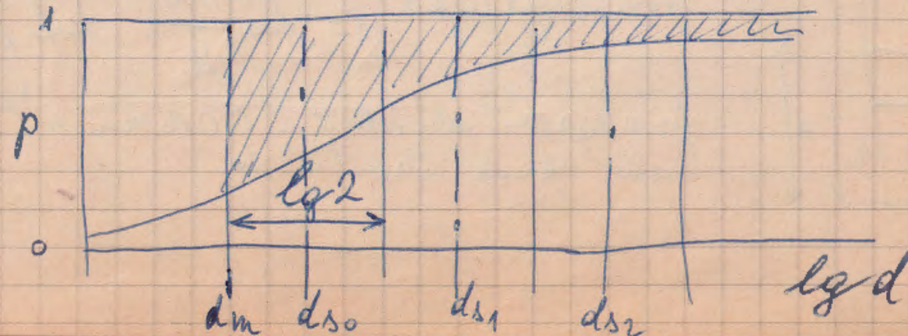
$$lg\,d_m = lg\,d_{s0} - \frac{lg\,2}{2}$$

$$d_m = \frac{d_{s0}}{\sqrt{2}}$$

d_m = abszcisszakezdőérték

d_{s0} = a szitasor legkisebb tagja

	d_{s0} [mm]	d_m
Spindel-féle fin. mod.	—	0,0010
ISO szerinti fin. mod.	0,063	0,0445
Egyszerűsített fin. mod.	0,125	0,0884
Hummel-féle terület	—	0,1000
Abrams-féle fin. mod.	0,147	0,1039



Homokegyenérték vizsgálat

(l. Wein III/149 oldal)

Homokegyenérték vizsgálattal a szervetlen és szerves kolloid-diszperz anyagokat kicsapatják és pelyhesítik kalciumklorid és glicerin vizes oldatával:

2 liter desztillált víz

575 g techn. kalciumklorid

2510 g (2010 cm^3) glicerin

57,57 g (55 cm^3) 40 % (térf.)-os formaldehid oldat.

A vizsgáló hengerbe 80 cm^3 mosófolyadékot öntenek. A 90 cm^3-s mérőedényből a hengerbe öntik a vizsgálandó anyagot. Kellő [illegible] rázogatás után folyadékkal feltöltik a hengert 380 cm^3-ig. 20 perc múlva leolvassák a pelyhesedés szintjét (H). A [illegible] ráülepítik a homokra és leolvassák homokréteg (h) vastagságát.

380 h H

Homokegyenérték $S = 100 \frac{h}{H}$ térf %

Az ülepedési idő alatt a 0,016 mm-nél kisebb szemek nem ülepednek le.

30 10 x A A A B A y x 4 mm

A, B teljes anyag
x, y szétosztályozott, kevert

$\frac{10}{30} = 0,33$

homok

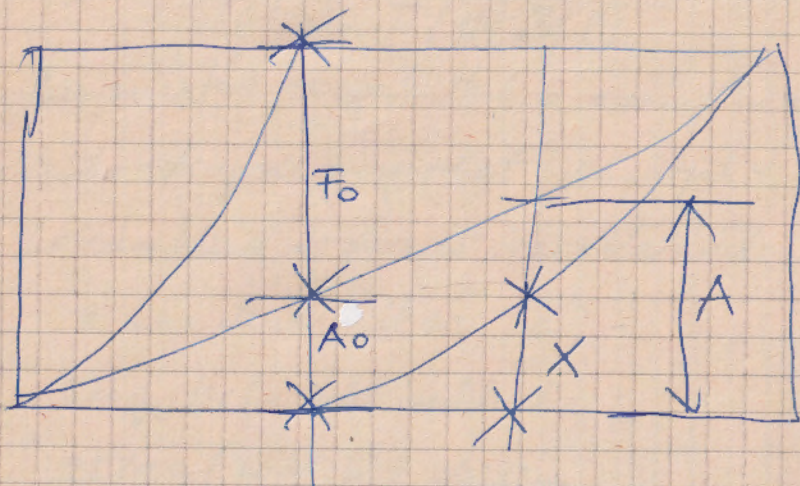
$\boxed{30} : 100 = A : x \qquad x = 100 \frac{A}{30}$

$\boxed{70} \quad \frac{\cancel{30}}{100} = \frac{B}{xy} = \frac{100-A}{100-x}$

kavics

$\frac{100}{\cancel{30}\,70} = \frac{100-x}{100-A} \quad \Big| \quad \frac{(100-A)100}{\cancel{30}\,\boxed{70}} = 100-x$

$x = 100 - \frac{(100-A)100}{\cancel{30}\,70} = 100\left(1 - \frac{100-A}{\cancel{30}\,70}\right)$



$A_o + F_o = 100 \qquad F_o - 100 = -A_o$

KAVICS $\quad \frac{F_o}{100} = \frac{100-A}{100-x}$

$$x = 100\left(1 - \frac{100-A_o}{F_o}\right) =$$

$$= 100\left(\frac{F_o - 100 + A}{F_o}\right) =$$

$$= 100\left(\frac{A - A_o}{F_o}\right) =$$

$$= 100\left(\frac{A - A_o}{100 - A_o}\right)$$

$$\frac{F_o}{100} = \frac{100-A}{100-x}$$